

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
ESPECIALIZAÇÃO EM ANÁLISE AMBIENTAL

ANDRÉ MIRABELI SANCHES LEITE CARDOSO

O SENSORIAMENTO REMOTO COMO INSTRUMENTO PARA O DIAGNÓSTICO
DA VEGETAÇÃO EM MUNICÍPIO INSERIDO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DE
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Curitiba, PR

2018

ANDRÉ MIRABELI SANCHES LEITE CARDOSO

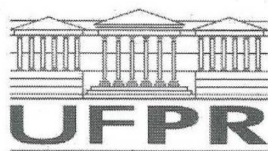
O SENSORIAMENTO REMOTO COMO INSTRUMENTO PARA O DIAGNÓSTICO
DA VEGETAÇÃO EM MUNICÍPIO INSERIDO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DE
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Monografia apresentada para obtenção do título de
Especialista em Análise Ambiental. Setor de
Ciências da Terra. Departamento de Geografia.

Orientadora: Prof.^a MSc Elaine de Cacia de Lima
Frick

Curitiba, PR

2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR CIÊNCIAS DA TERRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO ANÁLISE AMBIENTAL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE AMBIENTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Monografia de Especialização de **ANDRÉ MIRABELI SANCHES LEITE CARDOSO** intitulada: **O SENSORIAMENTO REMOTO COMO INSTRUMENTO PARA O DIAGNÓSTICO DA VEGETAÇÃO EM MUNICÍPIO INSERIDO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de especialista está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 21 de Setembro de 2018.

ELAINE DE CACIA DE LIMA FRICK
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

EDENILSON ROBERTO DO NASCIMENTO
Avaliador Interno (UFPR)

“Dedico aos meus pais esse trabalho, que é resultado de esforço e determinação”

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai e à minha mãe pelo apoio e união.

À minha namorada pelo companheirismo.

Aos meus familiares e amigos pela força.

À minha professora orientadora por todas as orientações, sugestões e ajudas.

Aos professores e funcionários que ajudaram para o trabalho se tornar realidade.

RESUMO

A Mata atlântica é considerada uma das florestas com maior representatividade ambiental do planeta, tanto pelos aspectos físicos quanto biológicos, entretanto, devido ao processo de ampliação das atividades antrópicas sobre esse bioma, isso têm gerado significativas mudanças no uso e ocupação do solo, principalmente em áreas que deveriam ter maiores proteções, como as áreas legalmente protegidas. O presente trabalho através do levantamento bibliográfico e pela utilização de ferramentas de sensoriamento remoto teve como propósito demonstrar como essas técnicas podem ser úteis para o diagnóstico ambiental da zona de amortecimento que envolve o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, mais precisamente onde está inserido o município paulista de Itaocá na região do Vale do Ribeira. A partir da geração dos resultados, composta pela representação de mapas cartográficos, dados orbitais, índices de vegetação NDVI e índices estatísticos, foi possível analisar singularidades na forma espacial, espectral, radiométrica e temporal dos aspectos vegetacionais que compõem a paisagem. Através das informações obtidas foram propostas recomendações para o aperfeiçoamento do ordenamento ecológico-econômico do território e estratégias para implantação de corredores ecológicos.

Palavras-chave: uso do solo; índice NDVI; análise de vegetação; ZEE.

ABSTRACT

The Atlantic Rainforest is one of the most diverse forests on the planet, however, due to the process of expanding anthropic activities on this biome, this has generated significant changes in land use and occupation, especially in areas that should have greater protection, such as the protected zones. The present essay through the extensive bibliographical survey and the use of remote sensing techniques aims to demonstrate how these tools can contribute to the environmental diagnosis of the damping zone that involves PETAR, more precisely where the municipality of Itaóca is located in the region of Ribeira Valley. From the generation of the results composed by the representation of cartographic maps, orbital data, vegetation NDVI index, statistical index it was possible to analyse singularities in the spatial, spectral, radiometric and temporal form of the vegetation that compose the landscape, besides proposing recommendations for the ecological-economic management of the territory and strategies for implementation of ecological corridors.

Key words: land use; NDVI index; vegetation analysis; damping zones.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. FRAGMENTOS FLORESTAIS NA ZONA DE AMORTECIMENTO.....	14
FIGURA 2. PROJETOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA ZA DO PETAR....	16
FIGURA 3. CURVAS ESPECTRAIS: ÁGUA, SOLO E VEGETAÇÃO.....	21
FIGURA 4. ILUSTRAÇÃO DA ÁREA DE REFERÊNCIA.....	25
FIGURA 5. ÁREA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PETAR.....	26
FIGURA 6. FORMAÇÃO DE RAVINAS EM SOLOS EXPOSTOS	28
FIGURA 7. MAPA HIDROGRÁFICO DA REGIÃO	29
FIGURA 8. MAPA DE TIPOS DE FORMAÇÕES VEGETACIONAIS.....	31
FIGURA 9. ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO CONDUZIDA	32
FIGURA 10. FLUXOGRAMA METODOLOGIA	34
FIGURA 11. ANÁLISE DE VEGETAÇÃO PELA COMPOSIÇÃO DE BANDAS.....	40
FIGURA 12. MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	41
FIGURA 13. MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE NDVI.....	42
FIGURA 14. REPRESENTAÇÃO DO ÍNDICE NDVI EM CURVAS DE NÍVEL	43
FIGURA 15. PROPOSIÇÃO CORREDOR ECOLÓGICO.....	46

LISTA DE TABELA E GRÁFICOS

TABELA 1. COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SATÉLITES.....	24
GRÁFICO 1. ÍNDICE NDVI APLICADO À VEGETAÇÃO	44
GRÁFICO 2. ÍNDICE NDVI APLICADO À ÁREA DE PASTAGEM.....	45

LISTA DE SIGLAS

ARIE – Área de Relevante interesse ecológico

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental

CEPAGRI/UNICAMP– Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura / Universidade de Campinas

CPETEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil / Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais

DOS – Dark Object Substraction

ESEC – Estação Ecológica

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite

IF/SP – Instituto Florestal de São Paulo

FF/SP – Fundação Florestal

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

OLI – Operational Land Imager

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index

NIR – Near Infrared

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PETAR – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira

PES – Parque Estadual

RESEX – Reserva Extrativista

REM – Radiação Eletromagnética

RDS – Reserva de Desenvolvimento Sustentável

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

USGS – United States Geological Survey

SATVEG – Sistema de Análise Temporal da Vegetação

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SMA/SP – Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo

SOSMA – Fundação SOS Mata Atlântica

UC – Unidade de Conservação

UHGRH – Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos

PARNA – Parque Nacional

ZA – Zona de Amortecimento

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS	12
3. EMBASAMENTO TEÓRICO.....	13
3.1 ZONA DE AMORTECIMENTO.....	13
3.2 PLANO DE MANEJO	14
3.3 CORREDOR ECOLÓGICO.....	15
3.4 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO.....	17
3.5 SENSORIAMENTO REMOTO E ASSINATURA ESPECTRAL DA VEGETAÇÃO.....	18
3.6 CORREÇÃO GEOMÉTRICA E ATMOSFÉRICA	22
3.7 ÍNDICE NDVI	23
4. DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO	25
4.1 LOCALIZAÇÃO.....	25
4.2 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS	26
4.3 HIDROGRAFIA E CLIMA.....	28
4.4 VEGETAÇÃO.....	30
4.4 SOCIOAMBIENTAL.....	32
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	34
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que possui expressiva diversidade de recursos naturais, entretanto, desde o período colonial apresenta ciclos de exploração intensiva desses recursos. O Bioma Mata Atlântica que antes era extenso em grande parte do país, por causa dos ciclos intensivos de produção, atualmente, apresenta-se restrito às áreas particulares e espaços protegidos por Unidades de Conservação (NETO *et.al*, 1997; SOSMA/INPE, 2018). Apesar da alta exploração dos recursos no seu interior, o Estado de São Paulo ainda possui 13,7% de remanescentes florestais originários do bioma Mata Atlântica e sua maior parte está localizada próxima a região costeira (SOSMA/INPE, 2018).

Devido à expansão das atividades antrópicas em zonas rurais, isso têm gerado significativas mudanças no uso e ocupação do solo, principalmente naquelas localizadas em áreas que deveriam ter mais contenções de uso como as zonas de amortecimento das UC's. A ZA ou também conhecida como zona-tampão tem um papel relevante para a UC, pois desempenha uma forma de barreira dos impactos negativos causados por atividades dos municípios que estão inseridas nos limites dessas áreas protegidas (BRASIL, 2000). Dentre os representantes florestais mais significativos no Estado de São Paulo destaca-se o complexo de UC's localizado no Vale do Ribeira. Esse conjunto de UC's é uma das partes integrantes do grande conjunto ecológico que vai desde os limites do Estado do Rio de Janeiro pela Serra do Mar até a divisa com o Paraná no Vale do Ribeira, formando o corredor ecológico sul da Mata Atlântica (MMA, 2015). Toda essa região de Mata Atlântica apresenta alta biodiversidade, alto endemismo de espécies e é composto pela presença de diversas comunidades tradicionais (MMA, 2015; ISA, 2018).

Mesmo com a proteção legal existente, no Vale do Ribeira existem municípios em que a ação antrópica é bem evidente, como no caso do município de Itaóca/SP, contrastando com o município adjacente Iporanga/SP, que possui remanescentes florestais significativos em parte representativa do território. Sabe-se que para uma adequada manutenção do corredor ecológico existente deve haver esforço conjunto entre os municípios que integram a ZA das UC's para a consolidação dos espaços legalmente estabelecidos.

2 OBJETIVOS

Compreendendo a relevância que a área de estudo possui em termos socioambientais é essencial realizar um diagnóstico dos elementos-chave que compõem essa paisagem. Nesse contexto, as tecnologias de sensoriamento remoto assumem um papel relevante no processo de elaboração dos estudos ambientais, caracterizadas por disponibilizar ao usuário instrumentos que permitem compreender aspectos relevantes da vegetação de forma remota, como no caso do município de Itaóca, que está inserido na ZA do PETAR.

O propósito do estudo consiste em aplicar o conhecimento técnico-científico do sensoriamento remoto no diagnóstico da vegetação através de 4 tipos de análise: espacial, temporal, espectral, radiométrica. A análise espacial através dos produtos gerados pelas composições de bandas, uso do solo e pelo NDVI; complementa-se esses dados com a classificação NDVI (análise radiométrica e espectral); adiciona-se o índice estatístico NDVI, sendo possível analisar ao longo do tempo a evolução da vegetação (análise radiométrica e temporal) e comparar os dados a partir de dois satélites distintos. Além disso, acrescenta-se o levantamento bibliográfico e o levantamento de campo para consolidar e sistematizar as informações geradas.

Através dos resultados gerados pela pesquisa bibliográfica, pela representação dos mapas cartográficos, dados orbitais, índices de vegetação NDVI e índices estatísticos, espera-se que as informações obtidas por esses instrumentos possam apresentar um diagnóstico apurado da área de estudo e, dessa forma, auxiliar no zoneamento ecológico-econômico, na implantação de corredores ecológicos e em estratégias de conservação da ZA. Atualmente, existe a necessidade de estudos que permitam aperfeiçoar a gestão das ZAs de áreas protegidas.

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1 ZONA DE AMORTECIMENTO

As UC's desempenham um papel vital na manutenção dos serviços ecossistêmicos e na conservação do patrimônio paisagístico, genético e cultural nos Estados da federação. Segundo a Lei 9.985/2000 do SNUC, as UC's são espaços territoriais que incluem também seus limites aquáticos, com características ambientais significativas, legalmente instituídas pelo poder público, e têm por objetivo assegurar que os aspectos ambientais dentro de seus limites sejam preservados, nelas se incluem regras especiais de proteção. Essas Unidades podem ser de proteção integral, como no caso do PETAR, que é mais restritiva ao uso e ocupação do solo ou de uso sustentável podendo ser conciliadas com atividades humanas sustentáveis de comunidades tradicionais que ali residem.

No perímetro externo do território das UC's em um raio de distância de 10 km dos respectivos limites está localizada a ZA, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 13/1990. As ZA's foram criadas pelo art. 2º da Lei nº 9.985 de 2000 que instituiu o SNUC, mesmo não fazendo parte direta da UC, o entorno das UC's está sujeito a restrições de uso e ocupação do solo, como, por exemplo: as propriedades que pertencem a ZA devem adotar boas práticas para conservação do solo e da água; a aplicação de agrotóxicos deve ser substituída por uma produção orgânica ou com insumos de baixa toxicidade; evita-se de todas as formas a utilização de espécies exóticas invasoras; fomenta-se a utilização de sistemas agroflorestais, cultivo de recuperação com plantas nativas, diversos formas de turismo, educação ambiental. Entretanto, são restritas as atividades que envolvam a dragagem, escavação e terraplanagem solicitando aos órgãos competentes e ao gestor da UC a anuência para essas atividades (SMA/SP, 2010, 2018; FF/SP, 2010). Normas específicas fazem o controle das atividades potencialmente poluidoras que venham a ser licenciadas na ZA, como: postos de gasolina, atividades industriais, mineração, entre outras (BRASIL, 2010). As atividades industriais que venham a ser instaladas na área da ZA devem possuir planos adequados para os passivos ambientais gerados, como remoção de efluentes e resíduos sólidos, bem como observar se haverá

comprometimento dos remanescentes de vegetação por causa das atividades, com intuito de prevenir a fragmentação da vegetação (SMA/SP, 2018).

A fragmentação vegetacional gera um evento que é conhecido como efeito de borda. A borda externa de um fragmento florestal é uma área sensível que sofre pelas intempéries físico-químicas, tais como: o sol e vento, alterações na umidade do solo e a iluminação solar no interior da floresta, mudanças biológicas na estrutura da comunidade biológica (PRIMACK e RODRIGUES, 2001; VAN DYKE, 2008). Na FIGURA 1 é destacado um exemplo de fragmentação de vegetação.

FIGURA 1. FRAGMENTOS FLORESTAIS NA ZONA DE AMORTECIMENTO.



FONTE: FOTO DE PRÓPRIA AUTORIA (2017).

3.2 PLANO DE MANEJO

Os planos de manejo são os principais instrumentos responsáveis pela delimitação precisa do respectivo zoneamento ecológico das UC's, além disso têm como objetivos: a definição das finalidades específicas de gestão; diagnóstico

ambiental, identificação de potenciais conflitos que possam afetar as suas zonas; promoção da integração socioeconômica das comunidades que vivem no entorno (GALANTE *et al*, 2002).

A lei nº 9.985/2000 recomenda que as UC's criadas devem implementar no período de 5 anos o respectivo plano de manejo. É nesse documento que irá constar, por exemplo, a possibilidade ou não de uso do solo na ZA com o cultivo de organismos geneticamente modificados (BRASIL, 2007) ou se área da ZA poderá receber um empreendimento potencialmente poluidor respeitando o devido zoneamento (FF/SP, 2010; SMA/SP, 2014).

É no plano de manejo que irá constar as especificações de como as atividades de baixo impacto ambiental como pequenos aglomerados humanos e a agricultura de pequena escala atuarão no zoneamento da área, essas atividades podem ser conciliadas com os propósitos da ZA desde que não descaracterizem completamente a vegetação natural presente ao redor da UC; já as atividades potencialmente poluidoras geralmente não são apropriadas para essas áreas, pois não compartilham os mesmos objetivos, mas isso não impede que a atividade seja licenciada pelos órgãos ambientais se forem considerados diversos parâmetros de sustentabilidade (SMA/SP, 2010).

Além do diagnóstico de toda UC é no plano de manejo que irá constar também os estudos técnicos referentes ao plano de proteção do patrimônio espeleológico, conforme dispõe a resolução CONAMA nº 347/2004, para as UC's que possuam cavidades naturais subterrâneas no seu interior, no caso, o PETAR.

3.3 CORREDOR ECOLÓGICO

Outro instrumento relevante para a gestão ambiental refere-se a consolidação de corredores ecológicos que por força legal tem o mesmo tratamento das ZA's (BRASIL, 2002). Dentre os principais trabalhos com corredores ecológicos destaca-se a iniciativa do MMA para a efetivação do Corredor Sul da Mata Atlântica. Esse corredor tem por finalidade interligar áreas distintas protegidas por UC's ou por áreas que possuem remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio médio

ou avançado de regeneração, reduzindo a fragmentação de vegetação existente e permitindo que espécies vegetais e animais possam transitar entre esses espaços (AYRES *et al*, 2005; MMA, 2015; BRASIL, 1996).

Muitas áreas que estão em processo de regeneração natural possuem um papel vital na manutenção dos ecossistemas e da biodiversidade, facilitando o fluxo genético e servindo como espaços reservados para que as populações que estão isoladas possam transitar por diferentes remanescentes florestais (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Por essa razão, cada vez mais é apoiada a ideia de que promovendo a restauração florestal do entorno das UC's e unindo os remanescentes de vegetação através de projetos de fomento florestal (FIGURA 2), principalmente em áreas que apresentam maior fragilidade ambiental, essas ações promoverão uma maior integridade às matrizes das UC's (MUCHAILH *et al*, 2010)

FIGURA 2. PROJETOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA ZA DO PETAR.



FONTE: FOTO DE PRÓPRIA AUTORIA (2017).

As áreas florestadas que conectam o PETAR com o PE Caverna do Diabo e as áreas adjacentes do Mosaico de UC's Jacupiranga no Vale da Ribeira formam umas das áreas mais preservadas de Mata Atlântica do Brasil, considerada pela Unesco um sítio do Patrimônio Natural da Humanidade e Reserva da Biosfera (NETO *et al*, 1997; BRASIL, 2000, 2002). Para que esses corredores ecológicos possam funcionar na prática são necessárias ações conjuntas envolvendo os diversos atores sociais presentes na área, cada um fazendo a sua parte quanto as ações de sustentabilidade no entorno das UC's: os proprietários rurais e empresários adotando projetos e sistemas que favoreçam a restauração ambiental; o poder público fomentando as atividades sustentáveis com incentivos e assistência técnica especializada.

3.4 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

O ZEE é um dos instrumentos propostos pela Política Nacional do Meio Ambiente, descrito pela Lei nº 6.938 de 1981 que tem por objetivo disciplinar o uso e ocupação do solo em âmbito nacional, regional e local, compatibilizando interesses econômicos dos diversos atores sociais com as premissas do desenvolvimento sustentável e da melhoria das condições de vida para a população (BRASIL, 2002).

O ZEE propõe disciplinar e integrar os planos existentes, bem como os programas, projetos e atividades públicas e privadas que venham ser desenvolvidas na área de abrangência do zoneamento. Esse zoneamento é também disciplinado pelo Plano Federal de Gerenciamento Costeiro presente na Lei nº 7.661/1988 e Lei Estadual de São Paulo nº 10.019/1998. O ZEE tem papel fundamental na organização das decisões dos agentes responsáveis pela gestão das Unidades de conservação, gestores municipais e estaduais para a compatibilização dos objetivos com os planos em âmbito regional e federal (SMA/SP, 1996, 2014).

O ZEE pode ser dividido em diferentes zonas: Zona 1 - voltada para o Ecoturismo e conservação; Zona 2 - voltada para o Ecoturismo, Aquicultura e Mineração, de acordo com o Plano diretor dos municípios; Zona 3 - voltada para o Ecoturismo, Aquicultura, Mineração, Agropecuária e Silvicultura; Zona 4 - atividades

anteriores somados aos assentamentos urbanos descontínuos; Zona 5 - as atividades anteriores somadas aos assentamentos urbanos já estabelecidos e atividades industriais de acordo com a legislação municipal (SMA/SP, 2014).

Atualmente, os municípios que estão em zoneamento especial por integrar Unidades de Conservação, como no caso de Iporanga/SP, recebem recursos oriundos do ICMS ecológico que pretendem repassar valores financeiros aos municípios que prestam os chamados serviços ecossistêmicos, como a preservação da qualidade da água, manutenção das áreas verdes, conservação da biodiversidade, ou seja, trata-se de um mecanismo que propõe beneficiar aqueles municípios que possuem bons indicadores ambientais e que têm restrições para o uso e ocupação do solo devido o zoneamento estar incluído próximos às áreas de conservação (THE NATURE CONSERVANCY, 2018).

A região do Vale do Ribeira é considerada do ponto de vista de planejamento estratégico ambiental como sendo uma área com prioridade extremamente alta tanto do aspecto biológico, como do aspecto de diversidade cultural, devido à presença de inúmeras populações tradicionais (ISA, 2018). Dessa forma, os projetos de grande porte de infraestrutura sofrem inúmeras restrições para serem compatibilizados com o que determina os planos diretores dos municípios e os procedimentos de licenciamento ambiental.

3.5 SENSORIAMENTO REMOTO E ASSINATURA ESPECTRAL DA VEGETAÇÃO

Para que possa ser realizada uma medida de planejamento ambiental é essencial o uso de instrumentos que representem as características ambientais de determinada unidade territorial, é nesse contexto que as tecnologias de sensoriamento remoto assumem um papel primordial para o diagnóstico ambiental e estratégias para o ZEE (BARBOSA *et al*, 1998; CREPANI *et al*, 2001). O sensoriamento remoto remete a necessidade do ser humano de melhor compreender os detalhes da natureza que o envolve. Essa ciência evoluiu bastante ao longo do tempo, desde os primeiros registros no início da aerofotogrametria até os dias atuais, onde existem inúmeros satélites em órbita com sensores passivos e ativos coletando

dados sobre a superfície da Terra (SHIMABUKURO *et al*, 2015; MENESES *et al*, 2012).

Atualmente um dos programas com maior número de dados orbitais para a América do Sul é o programa LANDSAT. Desde o início da década de 70 vem aperfeiçoando a qualidade das imagens e produzindo representações atualizadas da superfície da Terra. As imagens de satélite geradas têm sido utilizadas para diversas aplicações operacionais, como para o monitoramento da cobertura florestal, compreensão da dinâmica de uso do solo e para o mapeamento terrestre relacionado ao ordenamento territorial (IRONS *et al*, 2018; LIU, 2015).

As imagens orbitais são recebidas pelas estações receptoras e compiladas em computadores, produzindo diferentes tipos de resoluções: espacial, temporal, espectral e radiométrica (MENESES *et al*, 2012; SHIMABUKURO *et al*, 2015). Ressalta-se que para adequada compreensão sobre os produtos gerados no estudo é necessária a compreensão dos diferentes tipos de resolução associadas aos dados de satélite:

A resolução espacial corresponde ao tamanho da menor parte da superfície terrestre que um sensor é capaz de distinguir e está associada à altura, posição e ângulo do sensor em relação ao objeto-alvo. Pode-se dizer que quanto maior será a capacidade do sensor distinguir objetos na superfície, maior será sua resolução espacial (MORAES, 2002). Para uma representação espacial apurada é necessário que a imagem gerada pelo satélite tenha a capacidade de apresentar uma alta resolução espacial para que dessa forma haja melhor discriminação dos objetos-alvos do estudo.

A resolução temporal está relacionada ao período de revisita do satélite a determinada área imageada anteriormente (MENESES *et al*, 2012; SHIMABUKURO *et al*, 2015).

Já a resolução radiométrica está relacionada a capacidade do sensor captar variações de radiância da energia eletromagnética. A radiação recebida passa pelo processo de codificação digital, onde os números de tons de cinza correspondem à um valor de bits, por exemplo, uma imagem de satélite em 8 bits em uma específica banda pode ter de 0 até 256 níveis de radiância. Se o sensor tiver uma grande

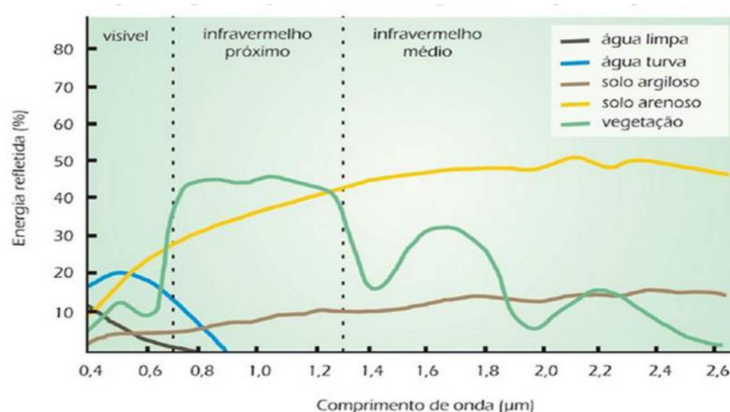
capacidade de medir as diferenças de intensidade, terá uma alta resolução radiométrica (MENESES *et al*, 2012).

Por sua vez, a resolução espectral representa os intervalos de comprimento de onda do espectro eletromagnético que o sensor é capaz de armazenar. Pode-se afirmar que quanto maior for o número de bandas de um sensor e quanto mais o sensor for capaz de registrar as variações de energia, maior é a sua resolução espectral (FLORENZANO, 2011).

O entendimento do comportamento espectral da vegetação passa por uma análise da reflectância, que inclui certos componentes, como a presença da fotossíntese realizada pelas plantas, a estrutura interna das células vegetais e a presença de pigmentos na área das folhas. Há de se compreender que o dossel da vegetação corresponde de acordo com o nível de absorção e distribuição do movimento de radiação emitido, dessa forma, determinado pelos ângulos de projeção, respectivos comprimentos de onda, polarização e das características físico-químicas dos vegetais (PONZONI, 2002; PONZONI *et al*, 2015).

A vegetação possui uma assinatura espectral particular, no espectro da região do visível ($0,4\ \mu\text{m}$ – $0,72\ \mu\text{m}$) a reflectância está relacionada com a presença de pigmentos como clorofila, xantofilas e carotenos presentes nos cloroplastos das plantas, nesse caso, a energia refere-se à estrutura foliar das plantas. Por sua vez, no espectro de região do infravermelho ($0,72\ \mu\text{m}$ – $1,1\ \mu\text{m}$) verifica-se o espalhamento da radiação nos tecidos das plantas, há pouca absorção de água nessa região e a reflectância é contínua. Já o espectro do infravermelho médio ($1,1\ \mu\text{m}$ – $3,2\ \mu\text{m}$) está relacionado à uma maior absorção de água das folhas, a qual afeta diretamente a reflectância das folhas (PONZONI *et al*, 2015). Na FIGURA 3 são representadas as diferentes curvas espectrais para a vegetação, bem como outros elementos.

FIGURA 3. CURVAS ESPECTRAIS: ÁGUA, SOLO E VEGETAÇÃO. FONTE: FLORENZANO (2011).



As faixas espectrais eletromagnéticas correspondentes ao vermelho e infravermelho estão relacionadas, respectivamente, as bandas 4 e 5 do LANDSAT 8. A banda 4 possui resolução espacial de 30 metros e faixas de comprimentos de ondas do visível – vermelho – situada entre 0,64 μm até 0,67 μm , o problema dessa região espectral para análise das imagens é o alto espalhamento da radiação solar causada pelos gases na atmosfera, o que reduz o fator de contraste da reflectância dos alvos. Por sua vez, a banda 5 do LANDSAT 8, que representa a região do infravermelho próximo, possui os comprimentos de ondas de 0,85 μm até 0,88 μm . Outra banda de destaque refere-se a banda 6 SWIR situada no espectro eletromagnético de ondas curtas infravermelhas de 1,57 μm até 1,65 μm (USGS, 2016).

As ondas curtas do infravermelho médio têm sido utilizadas em estudos em estágio inicial para o mapeamento das características fitosionômicas de ambientes tropicais, os quais se mostraram promissores já que podem disponibilizar dados sobre os comportamentos espectrais de diferentes tipos de fitofisionomias (VICENTE *et al*, 2007).

Ao se analisar imagens multiespectrais, um detalhe está relacionado às características de tonalidades em relação à reflectância da vegetação: dosséis de vegetação com tons mais escuros apresentam baixa reflectância no espectro eletromagnético do visível, principalmente, por ação dos pigmentos presentes na área das folhas; em contrapartida, os estratos superiores da vegetação apresentarão tonalidades mais claras nas imagens com bandas no infravermelho próximo; já nas bandas do infravermelho médio serão encontrados tons de cinza médios entre o claro das imagens do infravermelho próximo e o escuro presente nas imagens no espectro do visível (MENESES *et al*, 2012).

Em comparação com outros objetos-alvo, o solo com maior teor de argila indica um comportamento mais uniforme, com variação de energia eletromagnética menor se comparado à vegetação na região do visível, infravermelho próximo e médio. Por sua vez, um solo com teor de areia apresenta energia refletida maior do que a vegetação na região do visível, menor na região do infravermelho próximo e maior reflectância na região do infravermelho médio. Já a água límpida em estado líquido reflete muito pouca energia no espectro do visível e quase nenhuma na região do infravermelho (FLORENZANO, 2011).

3.6 CORREÇÃO GEOMÉTRICA E ATMOSFÉRICA

A correção geométrica da imagem LANDSAT 8 é uma etapa que vem por padrão pré-realizada no momento da aquisição da imagem. A correção das características geométricas das imagens era necessária nos modelos mais antigos de satélites LANDSAT, entretanto, com o advento do satélite LANDSAT 8, esse faz uso de modelos digitais de elevação e uso de pontos de controle georeferenciados para corrigir superfícies irregulares do relevo. De forma geral, a correção geométrica está relacionada em como as imagens ao serem captadas pelos sensores geram sombras no relevo, causadas pelo ângulo de incidência solar em relação ao movimento de varredura do sensor no momento de captura das imagens (USGS, 2016).

Outro procedimento adotado é a correção atmosférica que está relacionada aos fenômenos de absorção, refração e espalhamento na atmosfera, gerando interferências na resolução radiométrica das imagens de satélite. Um dos métodos mais utilizados refere-se ao método DOS que pretende realizar a correção do espalhamento de aerossóis e outras partículas na atmosfera, onde a interferência é calculada a partir dos números digitais (ND) e a absorção na atmosfera é desconsiderada (CHAVEZ, 1989; SANCHES *et al*, 2011). Nesse processo os dados orbitais passam pelo redimensionamento para reflectância e/ou radiância da parte superior da atmosfera (USGS, 2016).

3.7 ÍNDICE NDVI

A utilização do índice NDVI ou índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) é de grande relevância nos estudos da vegetação por sensoriamento remoto. Este índice que foi proposto inicialmente por Rouse *et al* (1973), possibilita analisar as características do dossel das árvores, relação de uso do solo e estimar valores para produtividade primária da biomassa (PONZONI *et al*, 2015).

Os valores NDVI tem relação direta com a resolução radiométrica que compõem a imagem de satélite e está diretamente associada aos tons de cinza e número de bits que compõem a amostra. Na escala NDVI, quanto mais próximo de 1 o valor do índice, maior o estado da cobertura vegetal, já um valor negativo ou mais próximo a 0 indica que a vegetação sofreu supressão ou apresenta características de menor cobertura vegetal (HUETE *et al*, 1999). O índice NDVI tem sido utilizado para estabelecer as métricas dos aspectos de atividade fotossintetizante da vegetação (BARBOSA *et al*, 2017; PONZONI *et al*, 2015). Esse índice possui relação direta com as variáveis climatológicas sazonais e interanuais, nos períodos mais secos do ano apresenta valores NDVI menores se comparados aos meses mais chuvosos, influenciado pelo ciclo de fotossíntese dos vegetais (YENGOH *et al*, 2015).

De forma geral, o índice NDVI é calculado baseado em quanto o espectro do vermelho e infravermelho próximo é refletido pelas plantas. Áreas com grande crescimento do verde das folhas, indicam a presença de clorofila que reflete mais luz infravermelha e menos a luz visível (HUETE *et al*, 1999).

A utilização desse índice é relevante do aspecto radiométrico e espectral de análise e permite gerar dados da superfície eliminando ruídos, como a influência das sombras de nuvens, diferenças topográficas e distribuição da radiação solar na superfície. Além disso, pelo fato do sensor MODIS/TERRA coletar dados orbitais de forma regular a cada 16 dias permite representar a evolução temporal da vegetação em diferentes escalas de tempo (YENGOH *et al*, 2015; EMBRAPA, 2018; TABELA 1).

TABELA 1. COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SATÉLITES.

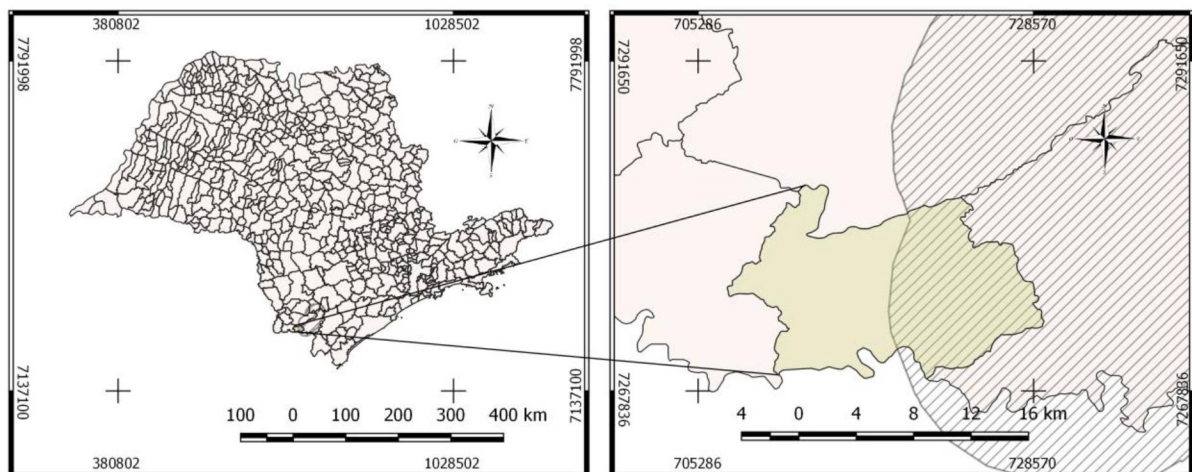
Satélites	LANDSAT 8	TERRA (EOS)
Instituição responsável	USGS	NASA
Lançamento	2013	1999
Órbita	Circular, Polar, Heliossíncrona, descendente	Polar, Heliossíncrona, descendente
Altitude	705 Km	705 Km
Inclinação	98,2°	98,2°
Tempo de Duração da órbita	99 minutos	98,1 minutos
Sensores específicos	OLI e TIRS	MODIS (índices NDVI e EVI – MODIS 13)
Amplitude da Resolução espectral	0.43 μm – 12.51 μm	0.4 μm – 14.4 μm
Resolução Espacial	15m Pan; 30m Multiespectral	250m (B1-2); 500m (B3-7); 1000m (B8-36)
Resolução Temporal	16 dias	16 dias
Resolução Radiométrica	12 bits	12 bits
Bandas espectrais	11 bandas: Multiespectral B1-7, 9, Pan B8, Termal B10 e 11	36 bandas: VIS, NIR, SWIR / MWIR e LWIR
Fontes de dados	USGS/INPE	NASA

4 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo está localizada na região do Vale do Ribeira na proximidade da divisa de São Paulo com o Paraná. Na FIGURA 4 em escala menor está destacado o Estado de São Paulo, localizado na região Sudeste do Brasil. Por sua vez, a representação em escala maior ilustra a unidade de referência composta pelos limites do município de Itaóca/SP que está inserida na ZA do PETAR.

FIGURA 4. ILUSTRAÇÃO DA ÁREA DE REFERÊNCIA EM DIFERENTES ESCALAS.



Mapa de Localização da Área de Referência.

Legenda

- Limite Itaóca SP
- Limites da ZA PETAR
- Limites dos Municípios de SP

SIRGAS 2000 - UTM 22S

Base Cartográfica IBGE.

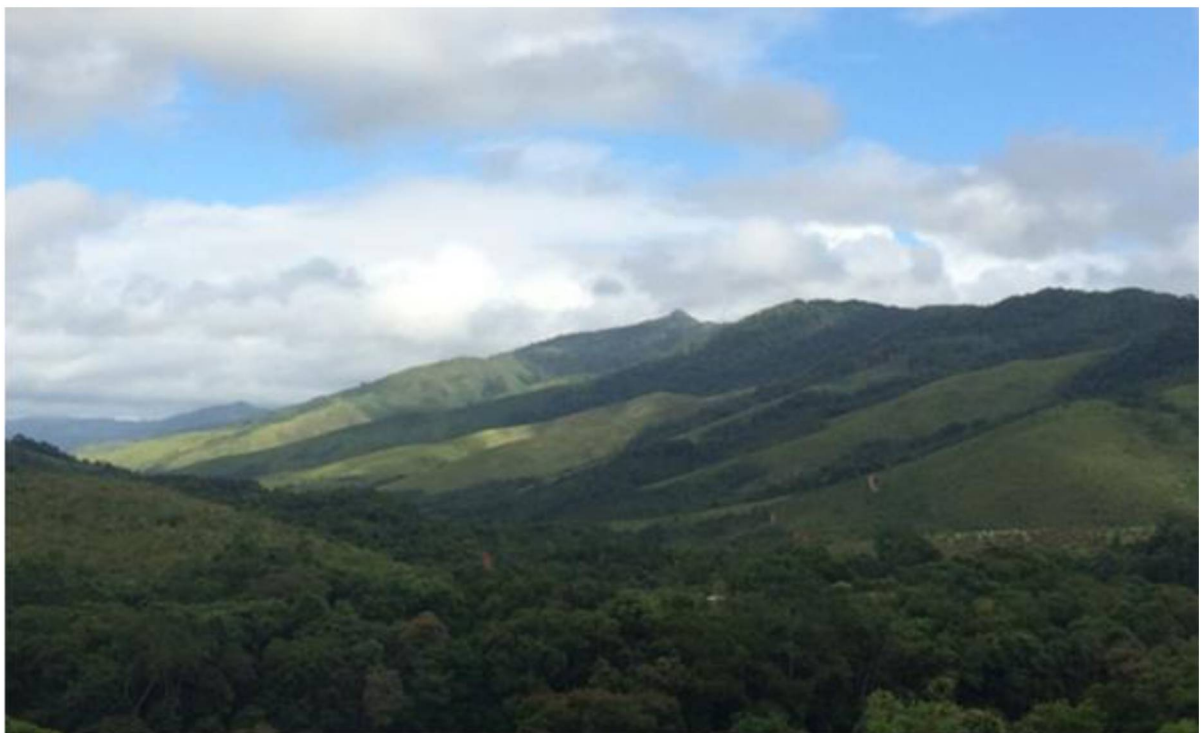
O Vale do Ribeira tem esse nome por pertencer a Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e abrange tanto os municípios do Estado de São Paulo quanto do Estado do Paraná. No lado paulista, é composto pelos seguintes municípios: Apiaí, Barra do Chapéu, Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itaóca, Itapirapuã Paulista, Jacupiranga, Miracatu, Juquitiba, Itariri, Juquiá,

Pedro de Toledo, Pariquera-Açu, Registro, Ribeira, São Lourenço da Serra, Sete Barras, Tapiraí (SIGRH, 2018). A ZA do PETAR é extensa e abrange os seguintes municípios: Iporanga, Itaóca, Apiaí e Guapiara, Ribeirão Grande no Estado de São Paulo, além de Adrianópolis localizado no Estado do Paraná.

4.2 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS

A área de abrangência do município de Itaóca é composta por um relevo basicamente formado por planaltos rebaixados e pelo planalto do ribeira, derivado da formação do cinturão orogênico do Atlântico com a presença massiva de corpos graníticos, formação da Mina de Furnas, Betari; terrenos que apresentam declividade média variando de 10° a 50°, localizados a uma altitude média de 155 metros do nível do mar. O PETAR bem como sua ZA é composto na sua grande maioria por terrenos com relevo variando de 300 metros até altitude de 1000 metros possuindo características de relevos de montanhas (FIGURA 5) e serras escarpadas – Apiaí – associadas às rochas antigas ígneas e metamórficas; planaltos do Ribeira/Turvo e do Guapiara e planícies fluviais como do Ribeira do Iguape, derivadas dos depósitos sedimentares não consolidados (IG/SAP, 2017).

FIGURA 5. ÁREA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PETAR.



FONTE: FOTO DE PRÓPRIA AUTORIA (2017).

De forma geral, a região do Vale do Ribeira pode ser caracterizada por dois grandes domínios geológicos: a região litorânea com seus depósitos de sedimentos cenozoicos recentes e a composição de rochas cristalinas antigas que apresentam diversas datas geológicas de 2500 a 540 milhões de anos. O domínio da área de estudo apresenta afloramento com embasamentos fraturados indiferenciados composto por diferentes tipos de rochas: granitoides, gnaisses, filitos, quartzitos, calcário, mármore, dolomitos, granulito, migmatito, xistos, rochas de origem vulcânica, metassedimentos (CPRM, 2018).

Na região existe a dominância no relevo de amorreiros cársticos, característica essa que dá a região o reconhecimento pela presença de rochas calcárias e de sítios espeleológicos com grande geodiversidade. Toda a região apresenta potencial mineral, ocorrendo depósitos de ouro, prata, chumbo, cobre, jazidas de apatita e carbonatito, assim como, nas áreas onde há ocorrência de corpos graníticos existem a brita, calcários e elementos para correção de solo. Devido às características cársticas do relevo, boa parte da drenagem é subterrânea e alimenta rios e córregos pelas profundezas do terreno (SIGRH, 2018).

Dentre as unidades geológicas pode-se destacar os amorreiros altos, cones de dejeção, morrotes, corpos de tálus, planícies fluviais e a presença de terraços. As principais classes de solos presentes nessa região são compostas por Cambissolos Háplicos, Argissolos Vermelho-Amarelo, Latossolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, bem como nas zonas de planícies os Neossolos Flúvicos, Gleissolos, Organossolos e Neossolos Litólicos (FF/SP, 2010). Áreas com relevo mais acidentado, devido as características de solos pouco desenvolvidos, como Neossolos Litólicos, impõem restrições ao desenvolvimento da vegetação com maior porte arbóreo (OLIVEIRA, 2007).

Importante destacar que a área correspondente ao município vizinho Iporanga possui remanescentes verdes significativos (FIGURA 2, pg.16), esse aspecto é de grande relevância quanto ao fator de estabilidade de encostas (PORTOCARRERO *et al*, 2006). Sabe-se que a vegetação natural exerce um fator benéfico na sustentação do solo, principalmente em áreas de fragilidade ambiental (FIGURA 6). Solos expostos são propícios a eventos de deslizamentos e movimentos de massa, como o grande evento de deslizamento ocorrido nas áreas de serra limítrofes ao município de Itaóca em janeiro de 2014.

FIGURA 6. FORMAÇÃO DE RAVINAS EM SOLOS EXPOSTOS.



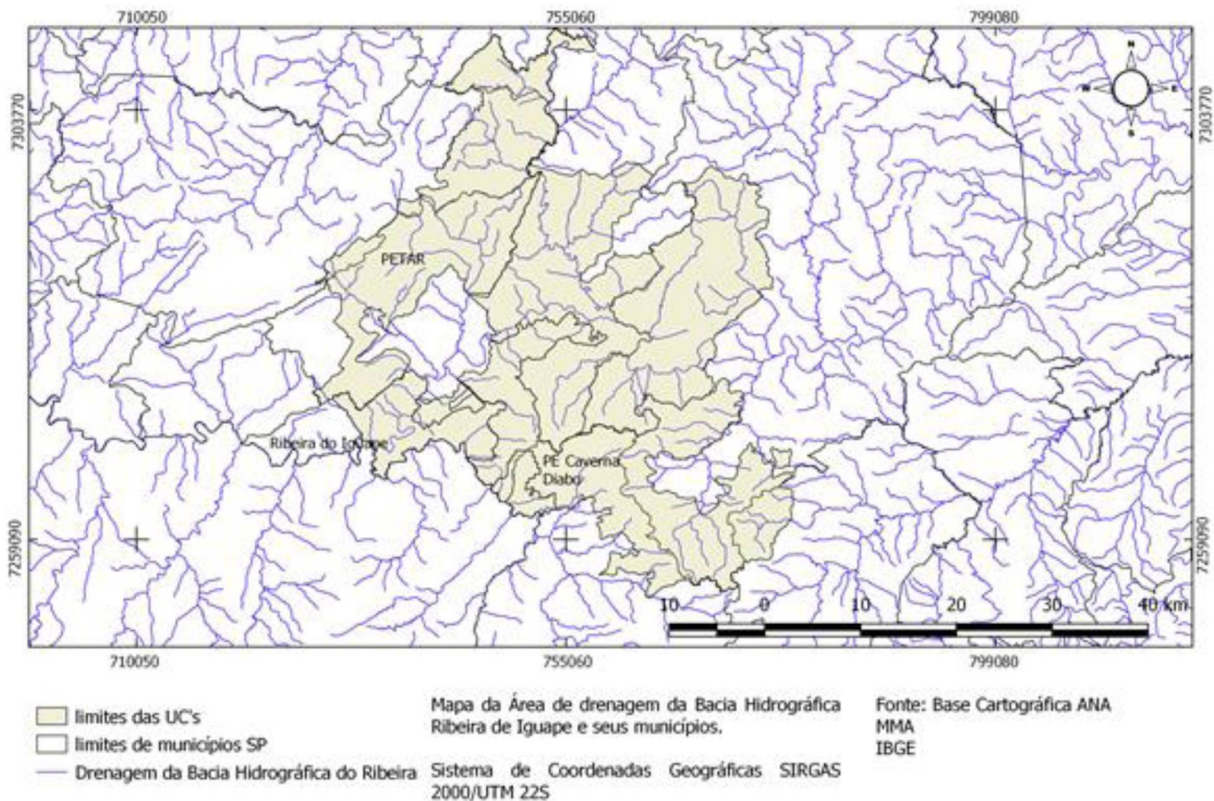
FONTE: FOTO DE PRÓPRIA AUTORIA (2017).

4.3 HIDROGRAFIA E CLIMA

A principal Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos que abrange o município de Itaóca e o PETAR é a UGRHI 11 – Ribeira de Iguape, sendo que parte da ZA abrange também a Unidade Hidrográfica 14 do Alto Paranapanema. Grande parte da Bacia que abastece o Ribeira do Iguape começa no Estado do Paraná, incluindo a sua nascente e seus afluentes (SIGRH, 2018). Dentre as características dos rios presentes da área de estudo (FIGURA 7), o rio Ribeira do Iguape representa o curso principal, além das sub-bacias Alto e Baixo Ribeira e outras como a do Rio Iporanga, Rio Pardo, Rio Juquiá, Rio Betari, Rio Pilões, Rio Una da Aldeia, Rio Jacupiranga, Rio Itariri, Rio das Pedras e o Rio São Lourenço. A Bacia do Rio Ribeira (Alto e Baixo) além de apresentar uma malha complexa composta por vários córregos e rios, possui volumes significativos de água e recursos hidrológicos de alta qualidade, apresenta também papel fundamental para a abundância da

Floresta Ombrófila Densa presente na região, suas sub-bacias representam um volume de aproximadamente 30% do total da drenagem da Bacia Ribeira do Iguape (FF/SP, 2010).

FIGURA 7. MAPA HIDROGRÁFICO DA REGIÃO.



Segundo a metodologia de classificação climática Köppen-Geiger, os climas predominantes da região do Vale do Ribeira são: do tipo Cfa, subtropical úmido com verão quente caracterizado pelo alto índice de chuva em um acumulado anual de média de 1400 mm, com uma diminuição gradual dos valores de chuva no período do inverno; do tipo Cfb, subtropical úmido com verão ameno nas áreas de encostas das serras localizadas na porção norte e oeste da Bacia Hidrográfica do Ribeira (ALVARES *et al*, 2013; SIGRH, 2018).

As temperaturas quentes no verão apresentam uma média de 27° Celsius e no inverno registram aproximadamente uma média 18° Celsius, no inverno ocorre a presença de massas polares que tendem a diminuir drasticamente as temperaturas.

O climograma estabelece uma temperatura média ao longo do ano de 23° Celsius (CEPAGRI, 2018).

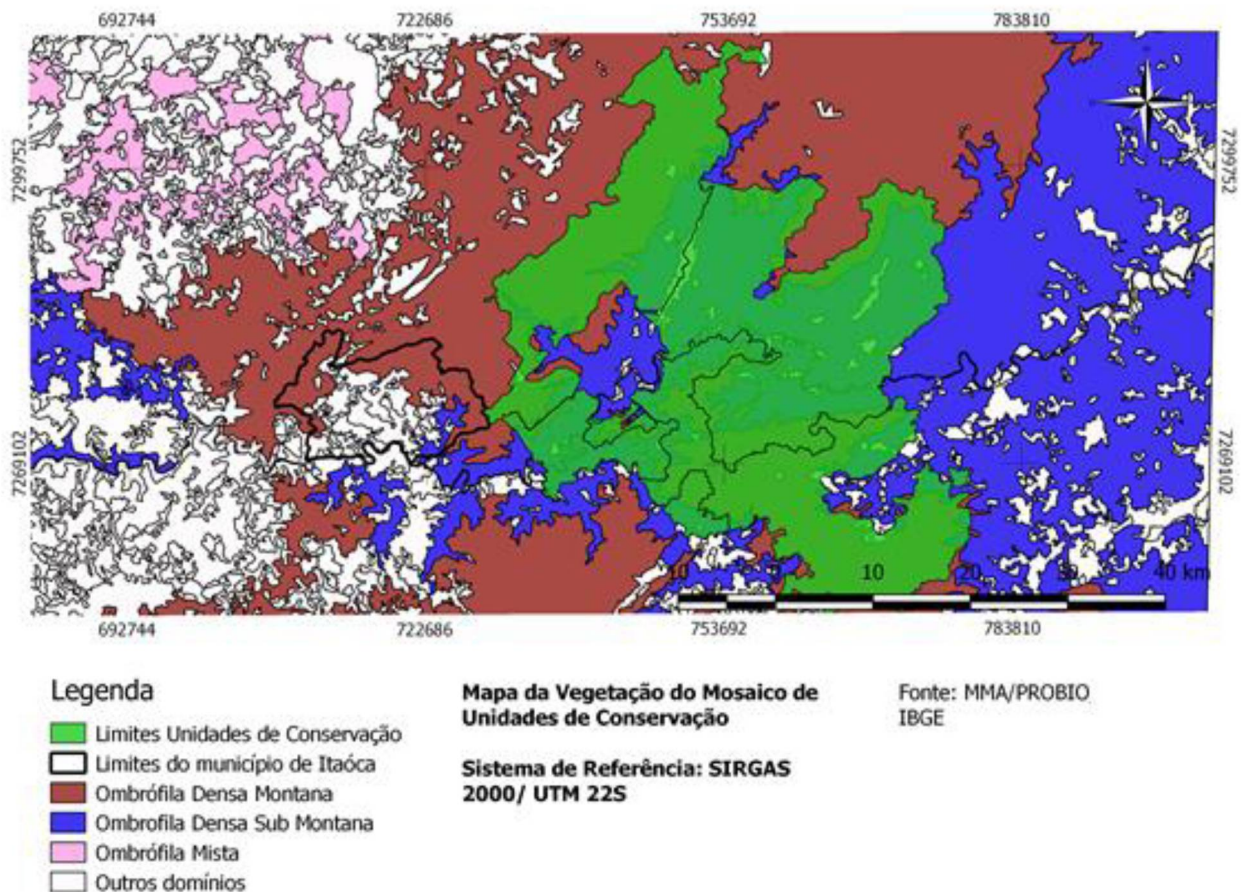
São característicos do Vale do Ribeira valores altos de umidade relativa do ar ao longo de todo o ano, condições climatológicas que favorecem a predominância das florestas úmidas. Em alguns anos, há presença de eventos climatológicos extremos, o que gera grandes volumes de precipitação nos meses mais quentes. A região do Ribeira apresenta variações climáticas conforme os gradientes de altitude, as regiões mais baixas como Itaóca apresentam maiores valores de temperatura em comparação às áreas de maior altitude, além do mais, as áreas litorâneas devem ser consideradas por exercerem grande influência dos ventos oceânicos no continente, promovendo dessa maneira temperaturas amenas ao longo do ano (CPETEC, 2018).

4.4 VEGETAÇÃO

Conforme representado na FIGURA 8 é possível observar o domínio de diferentes fitofisionomias na área de estudo, bem como as áreas de tensão ecológica e as áreas limítrofes das UC's.

As áreas representadas pela cor vermelha escura representam o domínio da fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa Montana, que está situada entre 400 a 1000 metros de altitude, por outro lado, a cor azul escura representa o domínio da Floresta Ombrófila Densa Submontana, situada entre 100 a 400 metros de altitude. Ambas são caracterizadas por suas condições climatológicas tropicais, com alto nível de pluviosidade durante boa parte do ano, possuem um pequeno período de seca que não ultrapassa 60 dias, têm temperaturas elevadas boa parte do ano, com uma média de temperatura por volta de 23 - 25°Celsius. A Floresta Ombrófila Densa possui grande quantidade de lianas, epífitas, fanerófitos nos estratos vegetacionais, exemplares da família das Lauráceas são abundantes nessas florestas. A macrorregião apresenta outros domínios como áreas de tensão ecológica representadas por atividades agrícolas do tipo Savana-Floresta Ombrófila, além da vegetação com formação Arbórea/Arbustiva em regiões de várzeas (IBGE, 2012).

FIGURA 8. MAPA DE TIPOS DE FORMAÇÕES VEGETACIONAIS.

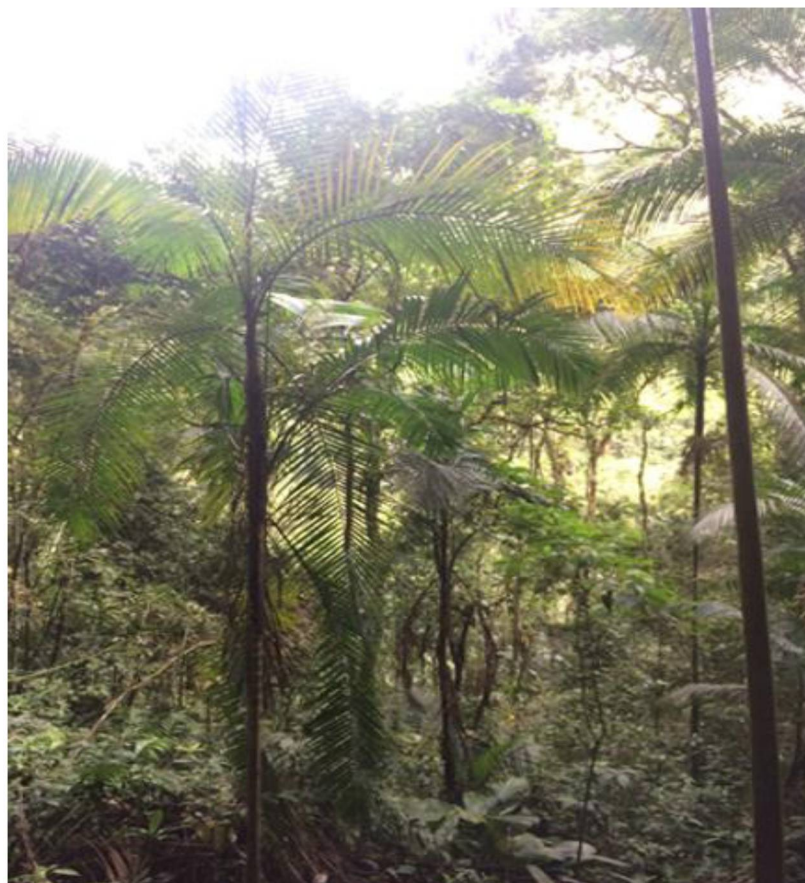


No mapa ilustrado é possível observar que a região faz parte de uma área de transição entre diferentes formações fitofisionômicas. Outro tipo de formação representada pela cor azul clara determina o domínio da Floresta Ombrófila Mista ou mais conhecida como “Mata-de-Araucária” composta pela abundância do gênero *Podocarpus*, ex: Pinheirinhos (*Podocarpus lambertii*), bem como a abundância da Araucária (*Araucaria angustifolia*), além da presença de espécies folhosas como a Casca-de-Anta (*Drimys brasiliensis*). A Floresta Ombrófila Mista tem entre suas características, a adaptação aos regimes climáticos subtropicais no sul do país, mas também mostra-se presente em redutos vegetacionais de altitude em outras regiões do sudeste (IBGE, 2012).

Nesse contexto, os estudos de mapeamento adquirem um papel essencial no auxílio de medidas de conservação dos remanescentes florestais (FIGURA 9), sabendo que o Bioma de Mata Atlântica no Sul e Sudeste do Brasil encontra-se

bastante fragmentado pelo desmatamento da vegetação por causa da exploração de madeiras nobres. (SOSMA/INPE, 2018).

FIGURA 9. ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO CONDUZIDA. FONTE: FOTO DE PRÓPRIA AUTORIA (2017).



4.5 SOCIOAMBIENTAL

A região do Vale do Ribeira no seu período histórico teve curtos ciclos econômicos como o processo de exploração do ouro na época colonial, em seguida, ciclos de culturas de chá, banana, promovidas pelos imigrantes japoneses, além da pecuária de bovinos e bubalinos, assim como, as culturas de tomate e milho que até hoje são características da região (SMA/SP, 2014; IBGE, 2016). Mesmo com o impulso desses ciclos de desenvolvimento, a região do Vale do Ribeira apresenta um dos menores índices IDH do território paulista: 0,6450 – 0,6515 (PNUD, 2010), esse fato tem agravado os conflitos sociais existentes na ZA e dentro das UC's associadas à extração ilegal de madeira, palmito e caça ilegal. O município de Itaóca desempenha

um papel relevante como vetor de pressão antrópica em direção às UC's, devido aos seus aspectos de uso e ocupação do solo (FF/SP, 2010).

Esse município é composto basicamente por um pequeno aglomerado urbano e por propriedades agropecuárias, formadas individualmente e em sociedades. As atividades econômicas são baseadas em: lavouras temporárias permanentes; plantações de pinus e eucaliptos; presença modesta de sistemas agroflorestais; pastagens naturais, degradadas e outras em boas condições de uso, as pastagens se baseiam na criação de bovinos, bubalinos, ovinos, equinos, galináceos, caprinos e suínos; plantações degradadas pela falta de manejo do solo, plantações em boas condições e mais aquelas que estão em processo de recuperação ambiental. Há também a presença de um empreendimento para a lavra de minério na região (IBGE, 2016).

De forma geral, devido as suas características como patrimônio ambiental e também à baixa ocupação populacional no Vale do Ribeira, essa região ainda mantém preservados remanescentes florestais significativos, fazendo parte de um grande complexo de UC's composto pelas seguintes unidades de proteção integral: PES turístico do Alto Ribeira - PETAR, PES Caverna do Diabo, PES Rio do Turvo, PES Carlos Botelho, PES Intervalos, PES Pariquera-Baixo, PE do Itinguçu, PES do Prelado, PES Lauráceas (Paraná), Parque Estadual Jacupiranga, PES Lagamar de Cananéia, PES Ilha do Cardoso, PES Campina do Encantado, PARNA Superagui, Parque Municipal Morro do Ouro, ESEC Juréia-Itatins, ESEC Chaúas, ESEC Banhados do Iguape, ESEC Tupiniquins (ICMBIO, 2018; FF/SP, 2010).

Por sua vez, as unidades de uso sustentável no Vale do Ribeira são representadas pelas seguintes áreas: ARIE do Guará, ARIE da Zona Silvestre da Ilha Comprida, APA Rio Pardinho e Rio Vermelho, APA Serra do Mar, APA Cananéia - Iguape, APA Ilha Comprida, APA Planalto do Turvo, APA Marinha do Litoral Sul, APA Cajati, RDS Quilombos da Barra do Turvo, RESEX do Mandira, RESEX Taquari, RESEX Ilha do Tumba, RPPN Fazenda Agropastoril Gonçalves, RPPN Encantos da Juréia, RPPN São Judas Tadeu, RDS Itapanhapima, RDS Lavras, RDS dos Pinheirinhos, RDS Barreiro Anhemas (ICMBIO, 2018; FF/SP, 2010; SIGRH, 2018); além das comunidades quilombolas do Ribeira (Nhunguara, André Lopes, Pilões, Maria Rosa, Galvão, São Pedro, Pedro Cubas de Cima, Pedro Cubas, Ivaporundava, Sapatu, João Surra, Porto Velho, Gahgume) e a área indígena Itariri (ISA, 2018).

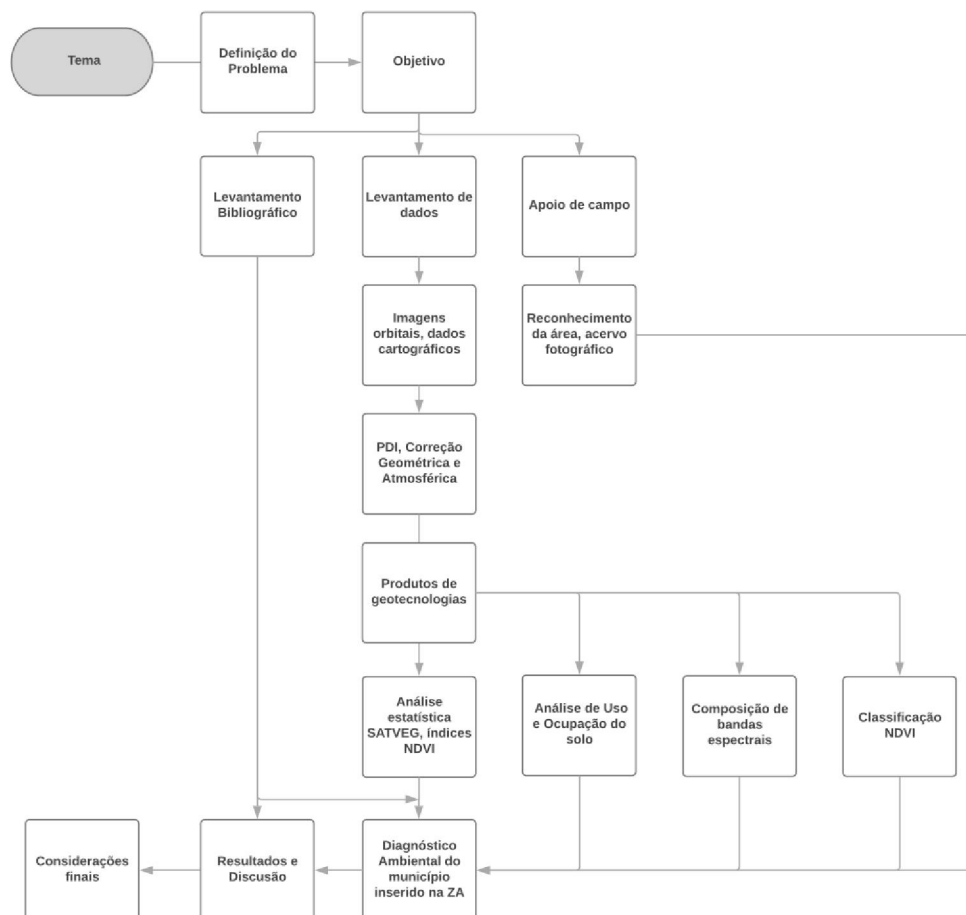
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

• Método Científico e Levantamento Bibliográfico:

Na fase preliminar do trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica sistematizada, com destaque para autores que já utilizaram as tecnologias de sensoriamento remoto e para a fundamentação teórica sobre o tema proposto. Foram utilizadas as seguintes vertentes de procedimentos de pesquisa: experimento através de uso de dados orbitais, pesquisa bibliográfica e documental, apoio de campo.

Para o estudo científico é essencial que os procedimentos metodológicos estejam organizados de forma lógica e estruturada (KÖCHE, 2016). Na FIGURA 10 é representada a sequência dos procedimentos de pesquisa.

FIGURA 10. FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA. FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.



A abordagem científica utilizada é baseada no método hipotético-dedutivo e possui natureza aplicada. Inicialmente parte-se de um problema inicial que está relacionado às diferenças significativas de vegetação na área de estudo e, a partir daí, através da utilização dos métodos científicos poderão ser feitas proposições no intuito de resolver a problemática ou a eliminação de eventuais dúvidas que surgirem no decorrer da pesquisa, conforme demonstra o método (KÖCHE, 2016).

A literatura destaca que para que haja confiabilidade em determinado estudo é necessário que várias fontes evidenciem as descobertas científicas, e melhor se as técnicas forem diferentes entre si (PRODANOV, 2013 p.64 *apud* MARTINS, 2006 p.80). Devido à complexidade do ambiente natural é quase impossível fazer uma análise seguindo apenas um tipo de método científico. Dessa maneira, torna-se essencial a adoção de um raciocínio amplo e com diversos métodos a serem aplicados à pesquisa científica.

- Apoio de Campo:

No apoio de campo foi utilizado o aplicativo GPS Commander Compass® para a localização espacial e máquina fotográfica SONY® de 20 MP, com intuito de realizar o reconhecimento do terreno e a composição do acervo fotográfico.

- Levantamento de dados:

Na fase de levantamento de dados orbitais, utilizou-se o banco de imagens atualizadas do LANDSAT 8 Sensor OLI em várias bandas espectrais disponibilizadas pelo INPE, o banco de imagens espaciais GloVis disponibilizadas pela plataforma USGS e o Banco de dados SATVEG da Embrapa Florestas.

Materiais: Foram utilizados os seguintes softwares aplicados para o sensoriamento remoto e geoprocessamento no tratamento digital das imagens: o QGIS 3.0 Girona, IDRISI Selva 17®, Google Earth Pro® e o Sistema de Informações Geográficas SATVEG/EMBRAPA®.

- Processamento digital das imagens:

O satélite LANDSAT 8 / OLI é o satélite mais sofisticado do programa LANDSAT e possui um mecanismo que gera imagens com correção geométrica. Dessa forma, a imagem de satélite utilizada no estudo de órbita 220 com data de 12/06/2016 às 13:10:37 é previamente corrigida quanto as distorções de perspectiva e influências do relevo (USGS, 2016).

Em uma fase posterior foi aplicada a técnica para correção atmosférica, utilizando o método DOS1 que tem por finalidade estimar a interferência da atmosfera nos números digitais da imagem, essa etapa transforma os valores de radiância da imagem para reflectância. A correção atmosférica aumenta a amplitude dos dados obtidos para vários espectros eletromagnéticos (CHAVEZ, 1989; ZHANG *et al*, 2018).

A partir daí, pôde-se gerar os produtos de composição de bandas e classificação dos índices. Já para as etapas posteriores incluem o aperfeiçoamento dos valores do histograma, aplicação do realce e recortes de cena. E por fim, o processo de reprojeções dos sistemas de referência para ficarem padronizados com o Sistema geodésico SIRGAS 2000 e com o sistema de coordenadas cartesianas UTM no fuso 22 Sul. Em todos os mapas o norte do mapa corresponde ao norte da respectiva quadrícula UTM.

- Produtos:

- Composição de Bandas espectrais: Através do uso do software IDRISI Selva® e o QGIS 3.0 com as imagens mais atualizadas disponíveis pelo INPE do satélite LANDSAT 8 foi gerada a composição de bandas 6 SWIR, 5 NIR e 4 RED para a representação de todas as faixas espectrais que incidem sobre a vegetação e para o destaque das diferentes formas de ocupação do solo, como áreas descampadas em contraposição às áreas florestadas.

Já para a delimitação da UC e dos municípios utilizou-se as bases cartográficas disponibilizadas pelo IBGE e do MMA atualizadas. Para a visualização da respectiva ZA foi utilizada a tabela de atributos dos dados geoespaciais gerando um raio na distância de 10 km da borda limite da UC respeitando o que foi estabelecido na Resolução CONAMA nº 13/1990.

- Para o índice de classificação de vegetação NDVI foi realizado o cálculo matemático com bandas espectrais referentes ao vermelho e infravermelho próximo do LANDSAT 8 (4R e 5 NIR). Para melhor análise espacial dos dados orbitais é essencial a utilização de operações matemáticas (CÂMARA *et al*, 2001). Nesse contexto, destaca-se o cálculo do índice NDVI, proposto inicialmente por Rouse *et al*, 1974, é representado pela seguinte operação:

$$\text{NDVI} = \text{NIR} - \text{Red} / \text{NIR} + \text{Red}$$

Após a etapa de cálculo raster, utiliza-se o processo de renderização e classificação de bandas em falsa cor seguindo o procedimento de interpolação linear de valores mín./máx. Em seguida foram aplicados outros métodos Isodata para identificar aglomerados espectrais na amostra e dessa forma comparar as informações geradas. A partir da classificação NDVI, com intuito de representar espacialmente os valores NDVI são geradas curvas de nível aos respectivos valores para o caso específico do zoneamento de mineração que apresenta alta variação de valores no índice. Por sua vez, para o mapa de proposição de corredores são gerados novos buffers com base na ecologia funcional da vegetação, aspectos sociais e correlação com os maiores valores NDVI da paisagem.

- Uso e ocupação do solo:

A partir da classificação NDVI que corresponde ao vermelho e infravermelho próximo (4R e 5IR) foi gerado um novo produto correspondente ao uso do solo no município de Itaóca com base cartográfica do IBGE. No procedimento técnico para gerar o produto final de uso e ocupação aplica-se a renderização por pseudocores e interpolação linear em gradiente de cores no software QGIS sobre os dados matriciais. Após a conversão dos dados matriciais em dados vetoriais foram calculadas as respectivas áreas para cada uso. Destaca-se nesse produto a intensidade do uso do solo e onde estão localizados os remanescentes florestais.

- Índice estatístico NDVI

De forma a agregar informações sobre a vegetação na área de estudo foi utilizado o banco de dados do SATVEG® da EMBRAPA Florestas, conforme a disponibilidade de dados do sensor MODIS/TERRA do sistema de observação da NASA (TABELA 1). O sensor MODIS tem sensibilidade radiométrica de 12 bits, possui resolução espacial de 250m e resolução temporal de 16 dias em cada amostra capturada na superfície terrestre ao longo dos últimos 10 anos. Nessa metodologia gerou-se o índice estatístico NDVI capturando no mosaico da paisagem diferentes tipos de amostras de uso do solo (pastagem intensiva e vegetação saudável) através do sistema SATVEG®. As parcelas amostrais são representadas por um polígono padronizado da paisagem que gera um perfil médio temporal e dados numéricos a partir da seleção de pixels da imagem de satélite, a partir disso, os dados numéricos obtidos foram compilados e organizados em gráficos no Excel®. Através desse processo é possível observar o comportamento temporal do índice de vegetação ao longo dos últimos anos.

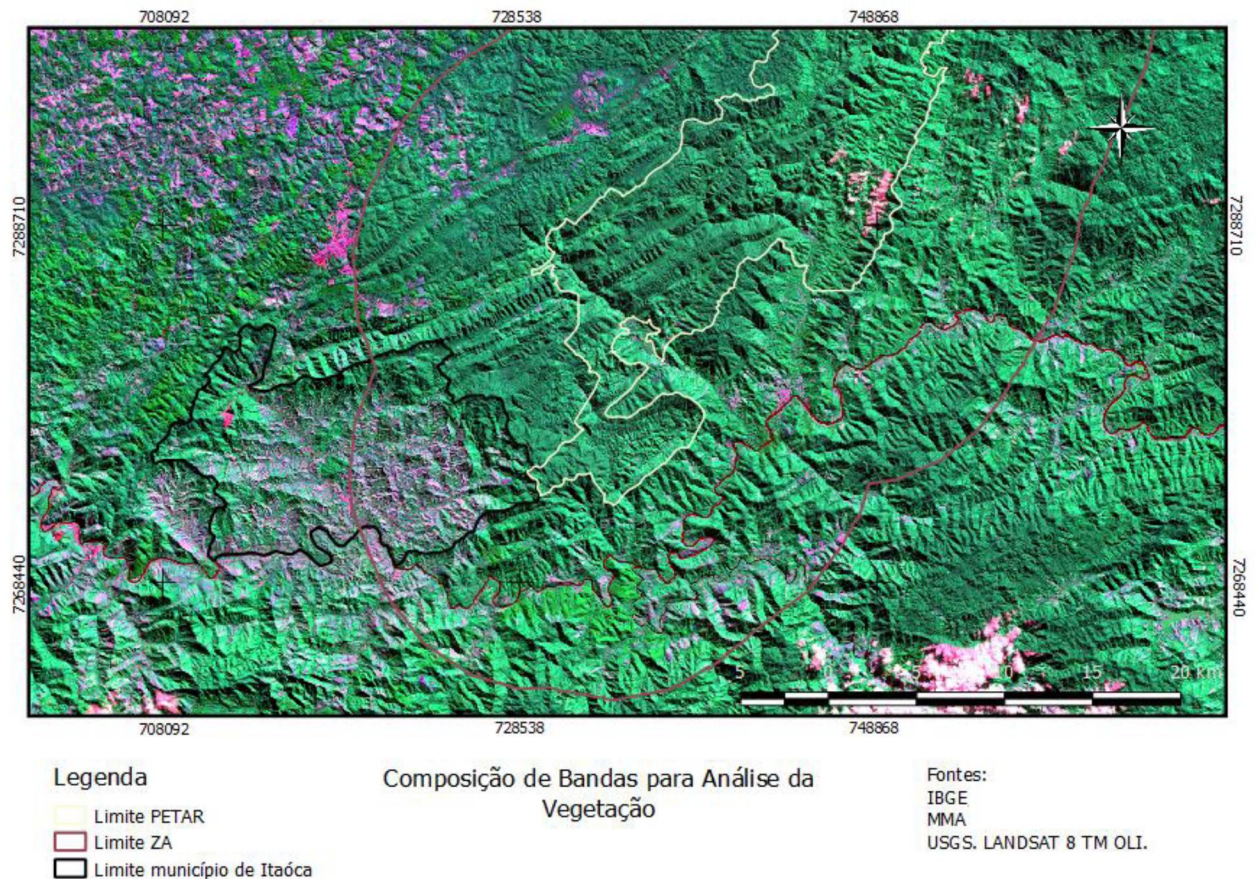
Para a geração do gráfico foi realizada a amostragem aplicando uma prévia filtragem das nuvens e em seguida a filtragem Flatbottom em 10% sobre os dados numéricos. A aplicação do filtro tem como objetivo realizar uma interpolação bilinear de valores que são inconsistentes na amostra, por exemplo, aqueles que apresentam quedas ou elevações abruptas em 10% na amostragem (EMBRAPA, 2018).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos produtos resultantes do diagnóstico ambiental percebe-se que a área de estudo possui riqueza em vários aspectos ambientais: do aspecto geológico por estar próximo a uma unidade cárstica e por possuir grande geodiversidade; do aspecto socioeconômico por apresentar diversidade de comunidades tradicionais; do aspecto climático por apresentar aspectos subtropicais o que favorecem a formação de chuvas em boa parte do ano; do aspecto hidrológico por possuir recursos hídricos com volumes representativos e de boa qualidade de água; do aspecto da vegetação por possuir uma Floresta Ombrófila Densa conservada na porção nordeste e norte do município, entretanto, com ausência de vegetação arbórea em 70% do território.

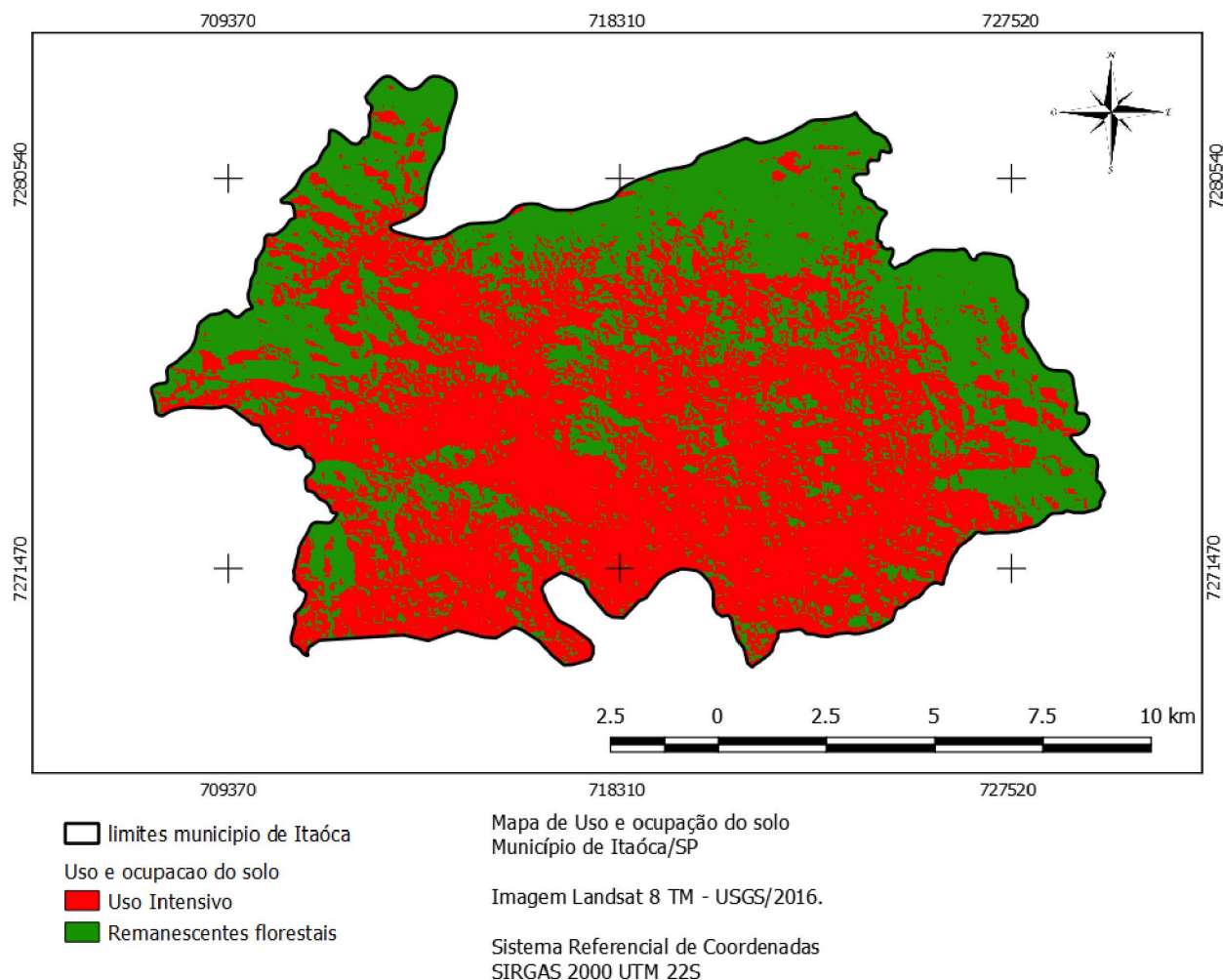
De forma a agregar dados ao diagnóstico ambiental, a composição de bandas espectrais assume um protagonismo no estudo ambiental, pois tem a função de enfatizar e destacar características relevantes da vegetação que somente são possíveis visualizar através de um amplo espectro eletromagnético (XIE *et al*, 2008). Nesse sentido foi gerado o produto da FIGURA 11 de composição em falsas cores das bandas 6 SWIR, 5 NIR e 4 R, que corresponde a faixa espectral (1,65 μm – 0,64 μm) da imagem do satélite LANDSAT 8. Nessa composição é possível evidenciar as diferenças no uso do solo: as cores verdes escuras representam as áreas de florestas preservadas, como as áreas inseridas no PETAR; enquanto os tons de verde claro diagnosticam áreas verdes em recuperação; já as áreas amareladas representam a vegetação de menor porte em crescimento; em contraste, as áreas rosadas representam exposição do solo por pastagem e parcelamento urbano.

FIGURA 11. ANÁLISE DE VEGETAÇÃO PELA COMPOSIÇÃO DE BANDAS.



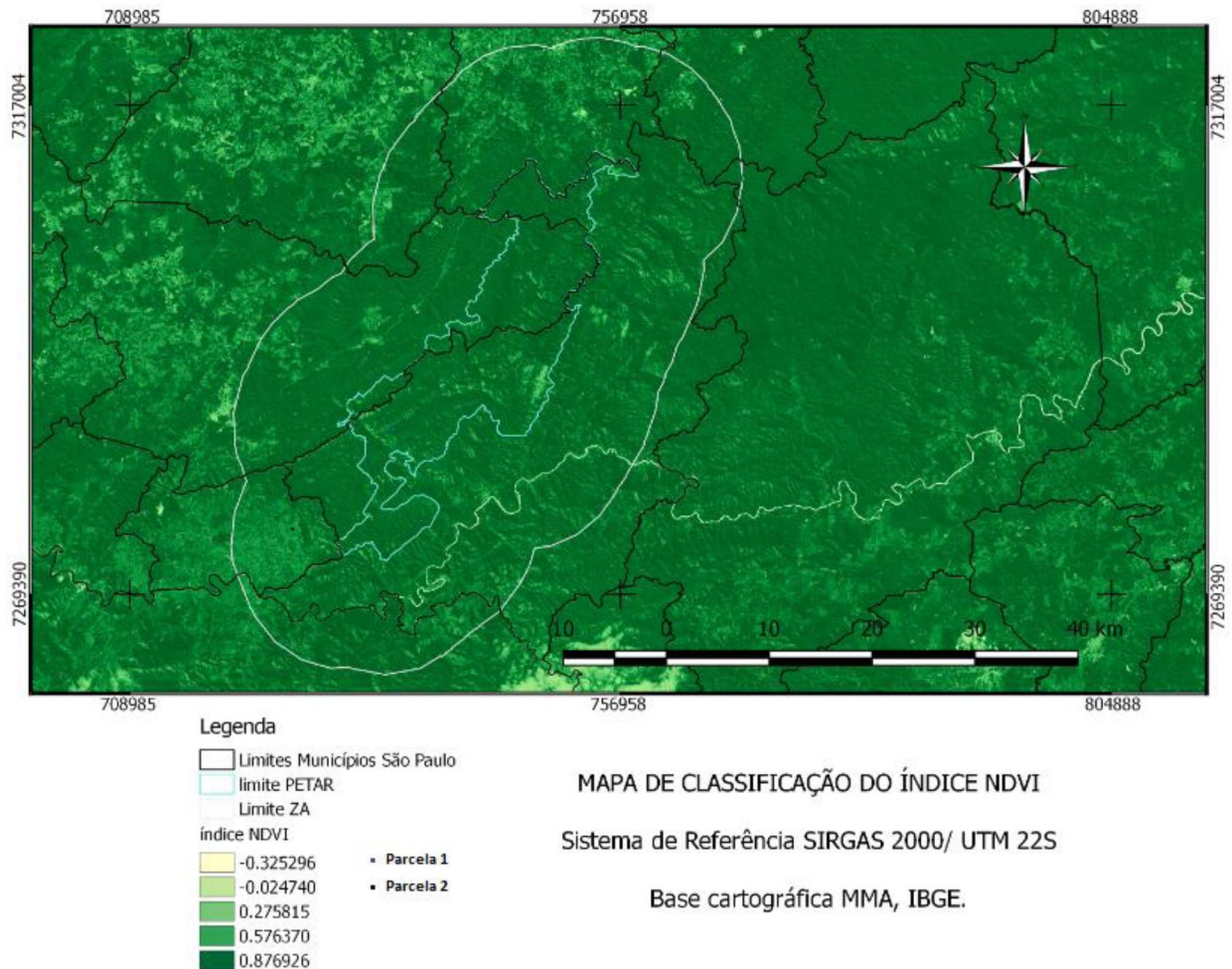
Já na FIGURA 12 é apresentado o mapa de uso e ocupação do solo do município de Itaóca/SP. Destaca-se aqui o uso intenso do solo por pastagem representado pelas cores vermelhas do mapa. A área total calculada do município de Itaóca corresponde a 183,015 km², já a área ocupada para parcelamento do solo urbano e rural corresponde a 129,045 km² (70,6%). Por sua vez, as áreas com cores verde escuras correspondem aos remanescentes florestais, que são compostos pelas APP's e áreas de reserva legal, representam a área de 53,97 km² (29,4%) e estão distribuídos nas porções Noroeste, Norte e Nordeste e Leste do município. Essa área preservada está inserida na categoria Z2 do ZEE do Vale do Ribeira e corresponde ao que se sugere consolidar como corredor ecológico com integração a outros remanescentes florestais dos municípios de Apiaí e Iporanga, uma vez que também estão localizados na ZA.

FIGURA 12. MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO. MUNICÍPIO DE ITAÓCA.



Na FIGURA 13 que corresponde ao mapa de classificação NDVI nota-se que a área de abrangência do município de Itaocá é composta, principalmente, por áreas descampadas oriundas do processo de ocupação por pastagem representadas na imagem pela a área de tons claros e valores NDVI intermediários. Os valores gerados variam de - 0.32 até 0.87 na escala NDVI. Está representado que valores menores correspondem a água e áreas sem presença de vegetação, já os números maiores retratam áreas de floresta preservada, como o PETAR. Importante destacar que a área que abrange a ZA apresenta em boa parte da sua extensão altos valores NDVI, com exceção de algumas porções Norte, Noroeste, Oeste e Sudoeste, onde se verifica-se pressão por atividades antrópicas e, conseqüentemente, menores valores de vegetação.

FIGURA 13. MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE NDVI.

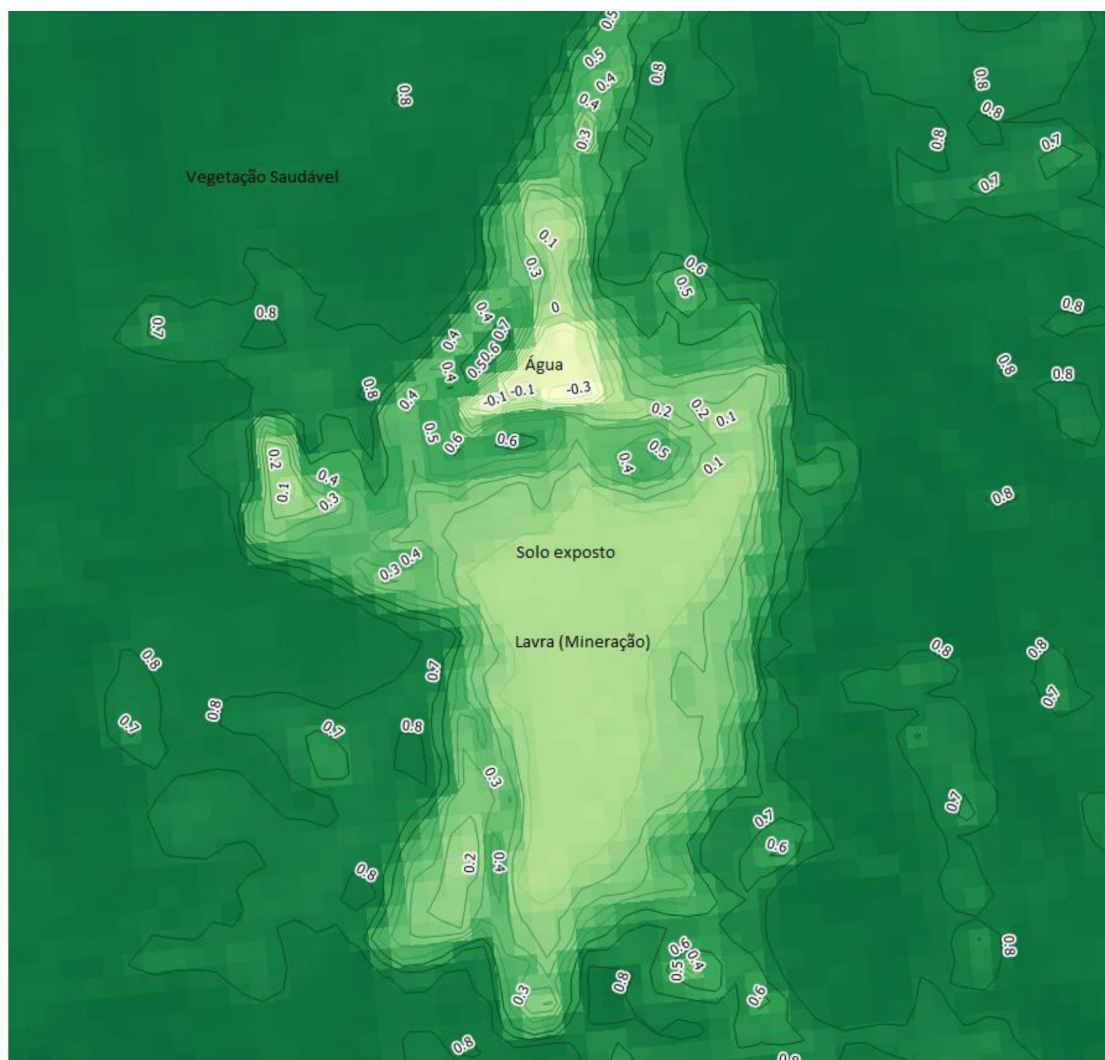


Na FIGURA 14 é apresentado o comportamento do índice NDVI no estudo específico de uma lavra de mineração localizada no município de Itaóca. Foram geradas curvas de nível que correspondem a variação dos níveis NDVI: os valores negativos - 0.3 até - 0.1 demonstram a presença de água; por sua vez, os valores de solo completamente exposto variam de 0 até 0.3; já os valores de 0.4 até 0.7 indicam presença de vegetação em estágio inicial de regeneração; em contrapartida, os valores maiores que 0.8 indicam vegetação em estágio avançado e bem conservadas.

No contexto do Zoneamento ambiental, projetos potencialmente poluidores como a lavra de mineração devem ser devidamente licenciados pelos órgãos ambientais com a anuência do gestor das UC's já que esses empreendimentos causam impactos diretos e indiretos na área de influência das ZA's. Além do mais, deve-se considerar o Estudo de impacto de vizinhança que acarreta em impactos

diretos e indiretos no próprio município. Um dos impactos mais significativos pela lavra de mineração relaciona-se à supressão total de vegetação na área do empreendimento, que é possível ser observada pelas variações espacializadas do índice NDVI.

FIGURA 14. REPRESENTAÇÃO DO ÍNDICE NDVI EM CURVAS DE NÍVEL.

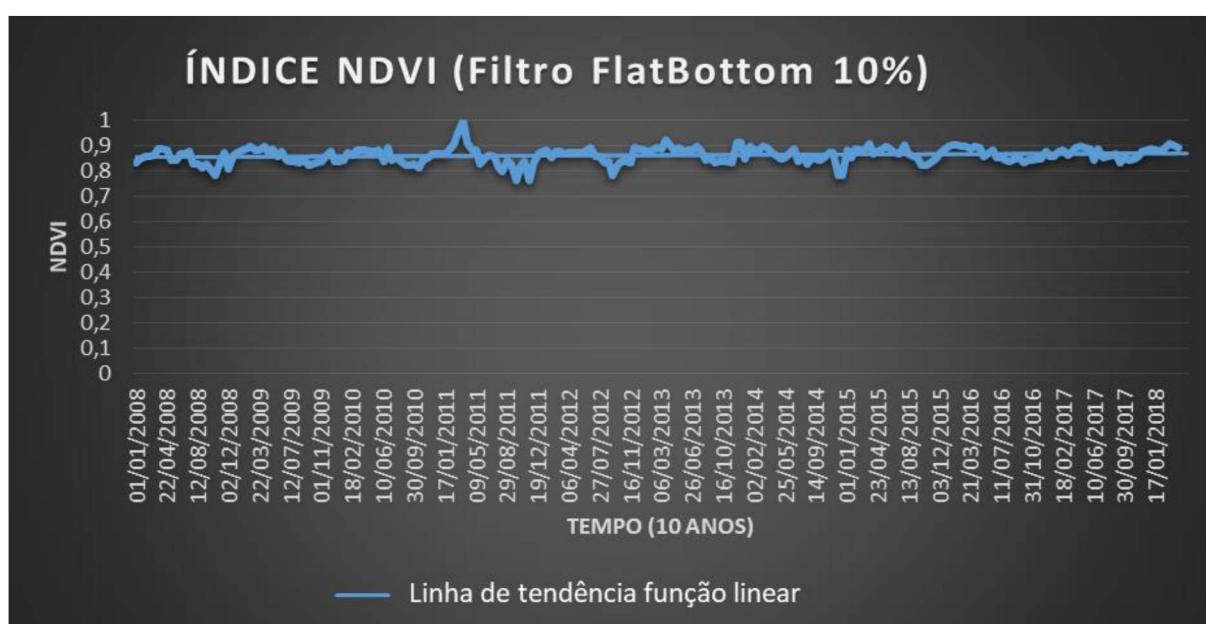


FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

De forma a comparar os métodos para o cálculo NDVI foi utilizado o sensor MODIS do satélite TERRA que possui resolução temporal de 16 dias. A partir disso, gerou-se o GRÁFICO 1 que representa uma amostragem de pixels da imagem de satélite de uma área representativa de vegetação nativa dentro do perímetro da UC

PETAR, que dispõe de ótimas condições ambientais devido as características de proteção integral. Na área é predominante o domínio da Floresta Ombrófila Densa que por causa do clima úmido apresenta durante todas as estações dos anos sempre uma floresta verde e úmida. O comportamento do índice NDVI apresentou valores entre 0,8 a 0,9 na escala, nessa situação, variou pouco ao longo dos últimos 10 anos devido aos aspectos de alta cobertura do dossel e produtividade de biomassa vegetal.

GRÁFICO 1. ÍNDICE NDVI APLICADO À VEGETAÇÃO. PARCELA AMOSTRAL (P1) – PONTOS DE COORDENADAS 24°31'11.2"S 48°40'56.2"W.

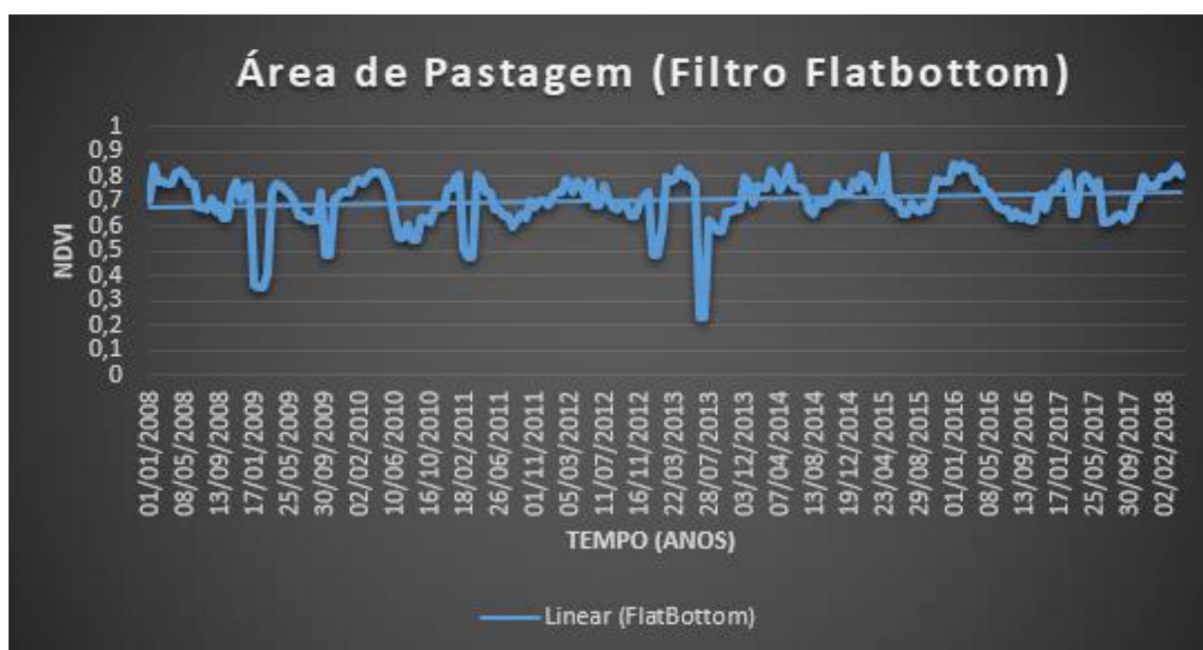


Outra análise estatística do índice NDVI ao longo de 10 anos de amostragem pelos dados do sensor MODIS é apresentada no GRÁFICO 2. A área amostrada está localizada dentro de uma área de pastagem de uso intenso no município de Itaóca dentro dos limites da ZA. Visualiza-se que as áreas de pastagem são caracterizadas por apresentarem no nível do solo uma cobertura vegetal permanente, com estrutura bem superficial mas que apresenta alguma atividade de fotossíntese, daí a presença do valor próximo de 7 no índice, mas com maiores flutuações nos valores se comparados com o GRÁFICO 1.

Importante destacar que as áreas florestais que foram suprimidas para serem substituídas por áreas de pastagens apresentam variações significativas no índice

NDVI ao longo dos anos. Além disso, flutuações climáticas também estão presentes: nos períodos mais secos do ano apresentam o estresse hídrico, e portanto, índices menores; já nos períodos do ano mais chuvosos apresentam índices mais elevados com transições graduais.

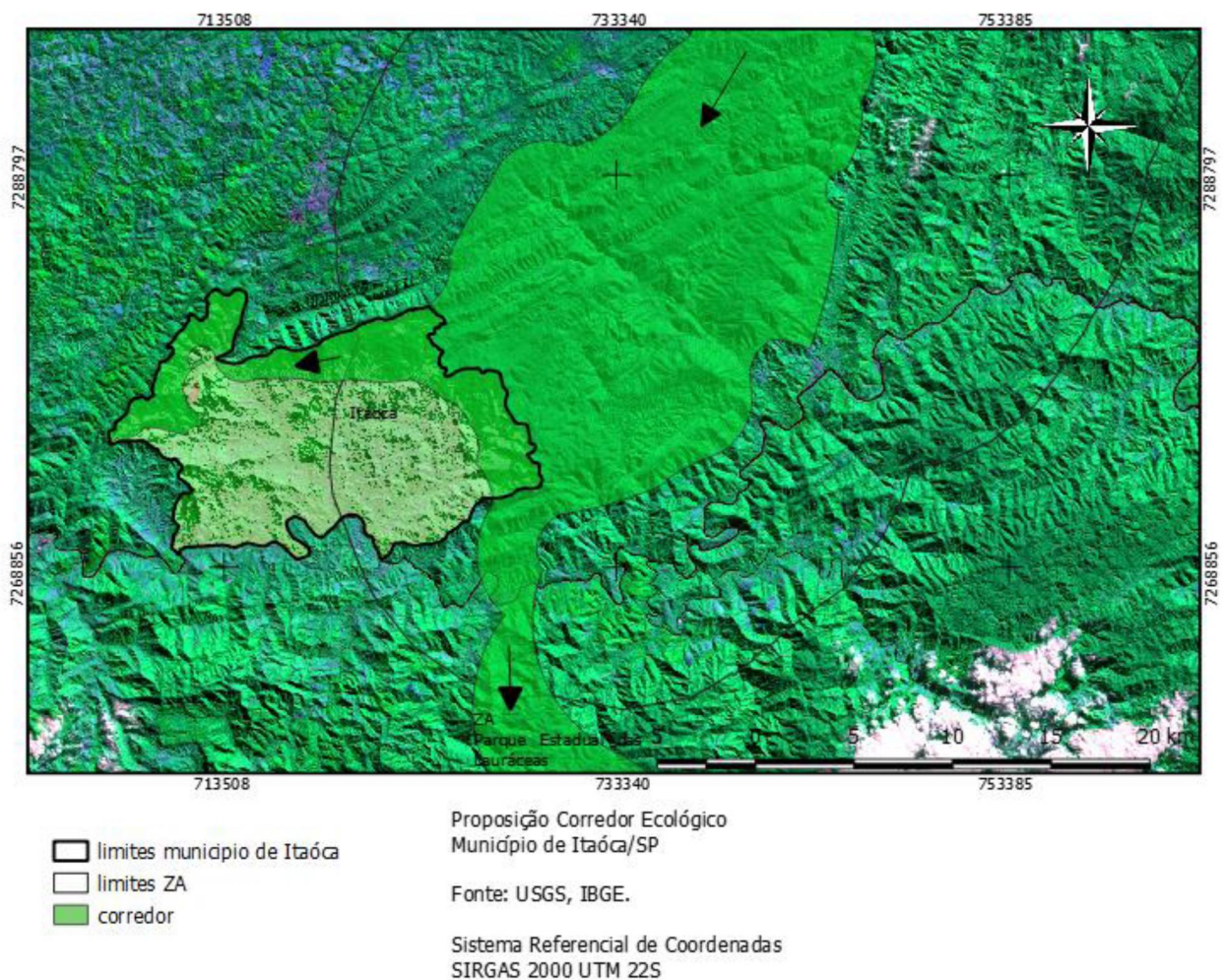
GRÁFICO 2. AMOSTRAGEM DO ÍNDICE NDVI DE ÁREA DE PASTAGEM. PARCELA AMOSTRAL (P2) – PONTOS DE COORDENADAS 24°36'48.7"S 48°47'11.3"W.



Observando os produtos gerados pelos métodos de sensoriamento remoto pode-se observar que a ZA do PETAR possui características marcantes quanto a presença de vegetação, apresentando altos índices NDVI nas áreas preservadas. Conforme demonstrado nos produtos gerados, o município de Itaóca apresentou valores de vegetação NDVI intermediários em comparação com outras áreas que estão preservadas na ZA, esse fato pode ser revertido com ações que priorizem a sustentabilidade das atividades econômicas no campo. Um exemplo pode ser dado aos sistemas agroflorestais que permitem a produção de culturas frutíferas e culturas perenes intercaladas com espécies nativas florestais ou a integração da criação de animais com estratos florestais, dessa forma, gerando renda, agindo para conservação do solo, da biodiversidade e sem descaracterizar por completo a vegetação existente, isso é válido principalmente nas áreas que já sofreram pelo processo acelerado de exposição do solo (FIGURA 6 pg. 27).

Além disso, pode-se citar a elaboração de projetos de restauração florestal com intuito de recompor áreas prioritárias na ZA e manter a conectividade dos fragmentos florestais. Na FIGURA 15, foi construída uma representação da possível conexão dos remanescentes florestais para a consolidação do corredor ecológico que une o PES Intermontes ao Norte, o PETAR e o PES Lauráceas ao Sul. Para a elaboração do mapa foram levadas em consideração as seguintes informações: ZEE; índices NDVI para a estrutura do dossel da vegetação; aspectos funcionais, ecológicos e econômicos. Para que essa proposição se torne possível é essencial que essas iniciativas sejam fomentadas pelo poder público e trabalhadas em conjunto com os proprietários com o propósito de impulsionar o desenvolvimento socioambiental da região.

FIGURA 15. PROPOSIÇÃO DE CORREDOR ECOLÓGICO.



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto do ZEE, grandes projetos de infraestrutura, como a mineração e hidrelétricas, foram projetados para compor a paisagem da Bacia do Ribeira em períodos recentes, entretanto, apresentam restrições de implantação por causa das atividades de comunidades tradicionais que ali residem (ISA, 2018). Após estudos ambientais e estratégias públicas para a conservação, percebe-se que essa região possui características singulares nos aspectos socioambientais e por essa razão foram implementadas diversas áreas para conservação.

Devido à dinâmica das atividades econômicas que ocorrem no entorno das UC's, as características ambientais também estão em constante processo de mudança. Observa-se que os municípios vizinhos à ZA atuam como importantes vetores de pressão antrópica. Mesmo que os instrumentos de gestão ambiental como o plano diretor, o ZEE do Vale do Ribeira e o plano de manejo do PETAR tenham auxiliado no planejamento ambiental, há muito a ser realizado para a consolidação e proteção de remanescentes florestais do entorno das UC's. Dessa forma, esses instrumentos devem estar alinhados entre si e precisam ser constantemente atualizados e revisados para acrescentar elementos-chave sob a ótica socioambiental, atuando assim para o aperfeiçoamento do processo de ordenamento territorial (BRASIL, 2017; FF/SP, 2010; SMA/SP, 1996, 2014, 2018).

Importante destacar que em áreas prioritárias devem ser elaborados planos de conservação, conectando às UC's existentes através de corredores ecológicos. A vegetação conservada desempenha um papel fundamental não apenas na conservação das espécies, mas também na promoção de serviços ecossistêmicos, como a qualidade da água, produtividade do solo, estabilidade das encostas, regulação do clima, etc.

Devido às características ambientais relevantes isso demonstra que a principal vocação da área de estudo está para o ordenamento do turismo ecológico, assim como a conservação dos ecossistemas e a geração de renda através das atividades sustentáveis.

Atualmente, há uma discussão nas propostas de atualização do ZEE para o Vale do Ribeira, principalmente nas questões referentes de como incrementar a conectividade dos remanescentes florestais, que formam esse grande corredor ecológico composto pela junção de várias UC's.

Concluindo, o presente estudo teve como propósito realizar o levantamento bibliográfico para o diagnóstico ambiental da área e apresentar técnicas de sensoriamento remoto que demonstraram ser satisfatórias para a análise remota da vegetação. Através dos índices gerados pôde-se observar variações significativas na comparação de áreas com e sem vegetação, demonstrando diferentes tipos de uso do solo. Dessa forma, o objetivo do estudo foi alcançado, pois agrega dados relevantes da dinâmica da paisagem que podem auxiliar no aperfeiçoamento do planejamento territorial, destacando áreas que são importantes para a conectividade dos fragmentos e consolidação do corredor ecológico, como os remanescentes florestais do município de Itaóca e áreas adjacentes localizados na ZA do PETAR.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, abr. 2011.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação—referências—elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
- ALVARES, C.A., *et al.*, 2013. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- AMADEU, Maria Simone Utida dos Santos, *et al.* **Manual de normalização de documentos científicos: de acordo com as normas da ABNT**. Curitiba: Ed. UFPR, 2015. 327p.
- AYRES, J. M., Da FONSECA, G. A. B., RYLANDS, A. B., QUEIROZ, H. L., PINTO, L. P., MASTERSON, D., & CAVALCANTI, R. B. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil** (No. 333.7516 C824). Sociedade Civil Mamirauá, Belém, PA (Brasil), 2005.
- BARBOSA, C. C., CAMARA, G., MEDEIROS, J. S., CREPANI, E., NOVO, E. M. L. M., & CORDEIRO, J. P. C. **Operadores zonais em álgebra de mapas e sua aplicação a zoneamento ecológico-econômico**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, IX. 1998.
- BARBOSA, Antônio Helton da Silva; DE CARVALHO, Rodrigo Guimarães; CAMACHO, Ramiro Gustavo Valera. **Aplicação do NDVI para a Análise da Distribuição Espacial da Cobertura Vegetal na Região Serrana de Martins e Portalegre—Estado do Rio Grande do Norte**. Revista do Departamento de Geografia, v. 33, p. 128-143, 2017.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 347 de 10 de setembro de 2004. Resolução que dispõe dos Planos de Manejo Espeleológico (PMEs)**.
- BRASIL. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm. Acesso em: abril de 2018.
- BRASIL. **Decreto Nº 4340/2002."Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências."**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=374>>. Acesso em: 05 fev. 2018.
- BRASIL. ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa nº 7 de 21 de Dezembro de 2017. **Estabelece diretrizes e procedimentos para elaboração e revisão de planos de manejo de unidades de conservação da natureza federais**. DOU de 27/12/2017 (nº 247, Seção 1, pág. 162).

Disponível em: <http://www.lex.com.br/legis_27594353_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_7_DE_21_DE_DEZEMBRO_DE_2017.aspx>. Acesso em: 25 ago. 2018.

BRASIL. Lei n. Nº 11.460 de 21 de março de 2007. **Dispõe sobre o plantio de organismos geneticamente modificados em unidades de conservação; acrescenta dispositivos à Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, e à Lei no 11.105, de 24 de março de 2005; revoga dispositivo da Lei no 10.814, de 15 de dezembro de 2003; e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2007/Lei/L11460.htm#art. Acesso em: 05 maio 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 13 de 6 de dezembro de 1990.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=110>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 428 de 17 de dezembro de 2010.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução Nº 009/1996 – "Estabelece corredor de vegetação área de trânsito a fauna"** - Data da legislação: 24/10/1996 - Publicação DOU nº 217, de 07/11/1996. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabrecfm?codleg=208>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

BRASIL. Presidência da República. **Lei federal 7661 de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7661.htm>. Acesso em Abril de 2018.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>>. Acesso em: 02 Abril de 2018.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm> acesso em 02 Abril de 2018.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. e MONTEIRO, AMV. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos. INPE-10506-RPQ/249, 2001.

CEPAGRI. **Centro de pesquisas meteorológicas climáticas aplicadas à agricultura/UNICAMP.** Climatologia do município de Itaóca. 2018. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_256.html>. Acesso em: 03 fev. 2018.

CHAVEZ, P. S. JR. Radiometric calibration of Landsat Thematic Mapper multispectral images. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v. 55, n. 9, p. 1285-1294, 1989.

CPETEC/INPE. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. 2018. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 16 maio 2018.

CPRM – Brasil: **Cartografia hidrogeológica do Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://cprm.maps.arcgis.com/>>. Acesso em: 24 fev. 2018.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geo processamento aplicado ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: SAE/INPE, 2001.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Lei nº 10.019 de 03 de jul. de 1998. Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1998/lei-1001903.07.1998.html>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

EMBRAPA. **Sistema de análise temporal da vegetação (SATVEG)**. Disponível em: <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2018.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3 edição ampliada e atualizada, São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128 pg.

FF/SP. Fundação Florestal. Plano de Manejo do PETAR. **Diagnóstico e Zoneamento**. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. 2010. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

GALANTE, Maria Luiza V. *et al.* **Roteiro metodológico de planejamento. Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA, Brasília, 135p, 2002.

HUETE, Alfredo; JUSTICE, Chris; VAN LEEUWEN, Wim. **MODIS VEGETATION INDEX (MOD 13): Algorithm Theoretical Basis Document**. 120 p. (Department of Environmental Sciences) - University of Arizona; University of Virginia, ARIZONA; VIRGINIA, 1999. 3 ed.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências, n. 1, 2º edição revista e ampliada, 2012. 275 pg.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de dados Cidades**. 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 2 de Jun. 2018.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Portal de Geoprocessamento i3Geo MMA**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos>>. Acesso em: 29 jul. 2018.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: **Publicações e documentos técnicos**. 2018. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/publicacoes>>. Acesso em: 27 maio 2018.

IG/SAP. Instituto Geológico de São Paulo – **Sistema Ambiental Paulista**. 2017. Disponível em: <<http://igeologico.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 maio 2018.

INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Divisão de Sensoriamento Remoto.** Disponível: <<http://www.dsr.inpe.br>>. Acesso em: 02 de junho de 2018.

IRONS, R. James; ROCCHIO, Laura Rocchio. **NASA. Landsat 8 science.** 2018. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8science>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

ISA. **Instituto Socioambiental. Vale do Ribeira: Comunidades Tradicionais.** 2018. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica.** Petrópolis/RJ. Editora Vozes, 2016. 182 p.

LIU, William Tse Horng. **Aplicações de sensoriamento remoto.** 2 edição ampliada. Oficina de Textos, São Paulo. 2015

MENESES, Paulo R.; ALMEIDA, Tati de (Org.). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** UNB - Brasília: CNPQ, 2012. 276 p.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Série corredores ecológicos: 12 anos de trabalho pela conservação da biodiversidade nacional /** Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2015.

MORAES, Elisabete Caria de. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto.** DSR/INPE. Pg 1- 22. São José dos Campos. 2002.

MUCHAILH, M. C., RODERJAN, C. V., CAMPOS, J. B., MACHADO, A. L. T., & Curcio, G. R. 2010. **Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos.** Floresta, 40(1).

NETO, J. de B. C. *et al.* **A reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado de São Paulo.** UNESCO – Programa MAB – "O Homem e a Biosfera", São Paulo, 1997. CETESB – SMA. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 44 págs.

OLIVEIRA, VA de. **Manual técnico de pedologia.** Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

PNUD Brasil. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.** 2010. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm_municipios-2010.html>. Acesso em: 03 fev. 2018.

PONZONI, Flávio Jorge. **Sensoriamento Remoto no Estudo da vegetação: Diagnosticando a Mata Atlântica.** INPE, São José dos Campos, cap. 8, 2002.

PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir; KUPLICH, Tatiana Mora. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação.** São José dos Campos: Parêntese, 2007.

PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir; KUPLICH, Tatiana Mora. **Sensoriamento remoto da vegetação.** Oficina de Textos, 2 ed. São Paulo. 2015.

PORTOCARRERO, Hugo *et al.* **Aspectos hidrológicos e mecânicos da vegetação na estabilidade de taludes e encostas naturais.** Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E), 2006.

PRIMACK, R. B., RODRIGUES, E., 2001, **Biologia da conservação.** E. Rodrigues, Londrina, 328p

PRODANOV, Cleber C. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROUSE JR, J. W. *et al.* **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**. Remote Sensing Center, Texas A&M University, 1974.

SANCHES, I. D. A., ANDRADE, R. G., QUARTAROLI, C. F., & RODRIGUES, C. A. G. (2011). **Análise comparativa de três métodos de correção atmosférica de imagens Landsat 5-TM para obtenção de reflectância de superfície e NDVI**. In Embrapa Monitoramento por Satélite-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. Anais. São José dos Campos: INPE, 2011.

SBG/CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geoparque Alto Vale do Ribeira: Proposta: Projeto Geoparques**. Brasil: CPRM, 2014. 79 p.

SHIMABUKURO, Yosio Edemir; MAEDA, Eduardo Eiji; FORMAGGIO, Antonio Roberto. **Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados ao estudo dos recursos agrônômicos e florestais**. Ceres, v. 56, n. 4, 2015.

SIGRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos: **Unidades Hidrográficas e Gerenciamento de Recursos Hídricos. Comitê de Bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape. 2018**. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SMA/SP. **Resolução SMA nº 29 de 2010. Dispõe sobre estudos técnicos para subsidiar alteração de limites e mudança de categorias de manejo de UCs, bem como sobre termos de compromisso a serem celebrados com os ocupantes de UCs até sua definitiva regularização fundiária, e dá outras providências. Estabelece que o plano de manejo ou os estudos específicos complementares, a serem elaborados com fundamentos técnicos e científicos, deverão, em face das propostas de revisão dos limites ou de categorias de manejo, contemplar, necessariamente, entre outros aspectos, cenários para criação de mosaicos de UC's e de crescimento socioeconômicos sustentável das ZA's**. São Paulo, Disponível em: <<http://www2.ambiente.sp.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 16 maio 2018.

SMA/SP. **RESOLUÇÃO SMA Nº 57 de 17 de Maio de 2018. Aprova o Plano de Manejo do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR, Unidade de Conservação da Natureza de Proteção Integral, criada pelo Decreto nº 32.283, de 19 de maio de 1958, alterado pela Lei nº 5.973, de 23 de novembro de 1960, e dispõe sobre o seu regulamento**. Publicada no DOE de 18-05-2018 SEÇÃO I PÁG. 45-47. São Paulo, p. 1-17, maio. 2018.

SMA/SP. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. **Proposta de Macrozoneamento do Vale do Ribeira**. Relatório Final. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1996. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2011/06/PropostadeMacrozoneamento_ValedoRibeira_RelatorioFinal_ENGECORPS_1996.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2018.

SMA/SP. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. **Zoneamento ecológico-econômico Setor costeiro do Vale do ribeira**. Documento de consulta para

Audiência Pública. São Paulo: 2014. Disponível em < http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2018/05/proposta_zee_valedoribeira-2014.pdf >. Acesso em: 28 jul. 2018.

SOSMA/INPE. FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA / INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS. Relatório Técnico 2016-2017. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. 63 págs. São Paulo, 2018.

THE NATURE CONSERVANCY. ONG. **ICMS ECOLÓGICO**. 2018. Disponível em: <<http://www.icmsecológico.org.br/site/index.php>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

U.S.G.S. **LANDSAT 8 (L8). Data Users Handbook**. South Dakota. 2016. 106 p. v. 2. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

VAN DYKE, Fred. **Conservation biology: foundations, concepts, applications**. 2 edition. Springer Science & Business Media, 2008.

VICENS, R. S.; CRUZ, C. B M, *et al.* **Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica**: PROBIO. Relatório Final. 84 p. Parceria IESB - IGEO/UFRJ - UFF, Rio de Janeiro, 2007.

VICENTE, L. E. *et al.* **O uso do infravermelho de ondas curtas (SWIR) no mapeamento de fitofisionomias em ambiente tropical por meio de classificação hiperespectral de dados do sensor ASTER**. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. p. 1915-1922. 2007.

WOLFE, Robert; NICKESON, Jaime. NASA - National Aeronautics and Space Administration. **MODIS Land Program**. 2018. Disponível em: <<https://modis-land.gsfc.nasa.gov/>>. Acesso em: 05 maio 2018.

YENGOH, T. Genesis; Dent, David; Olsson, Lennart; Tengberg, Anna E; Tucker III, Compton J. **Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales: Current Status, Future Trends, and Practical Considerations**. 1. ed. London: Springer, 2015. 110 p. v. ISBN 978-3-319-24112-8.

XIE, Yichun; SHA, Zongyao; YU, Mei. **Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review**. Journal of plant ecology, v. 1, n. 1, p. 9-23, 2008. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>

ZHANG, Hankui K. *et al.* **Characterization of Sentinel-2A and Landsat-8 top of atmosphere, surface, and nadir BRDF adjusted reflectance and NDVI differences**. Remote Sensing of Environment, 2018.